

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-279680

(43)Date of publication of application : 27.09.2002

(51)Int.Cl. G11B 7/135
G02B 13/00
G11B 7/004

(21)Application number : 2001-080168

(71)Applicant : KONICA CORP

(22)Date of filing : 21.03.2001

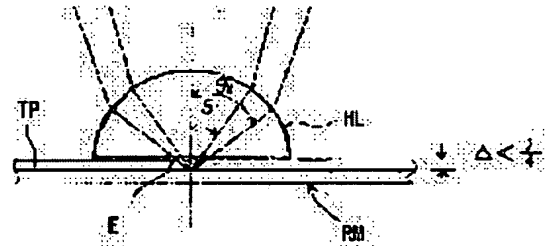
(72)Inventor : MATSUI TAKUMI

(54) OPTICAL PICKUP DEVICE, CONDENSING OPTICAL SYSTEM FOR OPTICAL PICKUP DEVICE, AND METHOD FOR RECORDING AND REPRODUCING OPTICAL INFORMATION

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical pickup device, a condensing optical system, and a method for recording and reproducing optical information, by which a large volume of optical information are recorded and/or reproduced with an optical information recording medium of which the aerial recording density and the volume recoding density are both increased compared with that of a conventional medium.

SOLUTION: An evanescent light E arrives at the recording medium RM before the light E decays when the distance A between a nearly hemispherical lens HL and the upper face of the recording medium RM is set small (not greater than the wavelength of the light source of a passing light, for example), and therefore the light is used for the purpose of recording or reproducing the information. In other words, the condensing optical system of which the numerical aperture(NA) on the side of an image is 1.0 or greater is composed by recording or reproducing the information by using a light beam which is totally reflected beyond a first prescribed angle θ_1 to a second prescribed angle θ_2 .



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-279680
(P2002-279680A)

(43) 公開日 平成14年9月27日 (2002.9.27)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	データ* (参考)
G 1 1 B 7/135		C 1 1 B 7/135	Z 2 H 0 8 7
G 0 2 B 13/00		C 0 2 B 13/00	5 D 0 9 0
G 1 1 B 7/004		C 1 1 B 7/004	Z 5 D 1 1 9

審査請求 未請求 請求項の数24 O L (全 41 頁)

(21) 出願番号 特願2001-80168(P2001-80168)

(22) 出願日 平成13年3月21日 (2001.3.21)

(71) 出願人 000001270

コニカ株式会社

東京都新宿区西新宿1丁目26番2号

(72) 発明者 松井 拓未

東京都八王子市石川町2970番地 コニカ株式会社内

(74) 代理人 10010/272

弁理士 田村 敬二郎 (外1名)

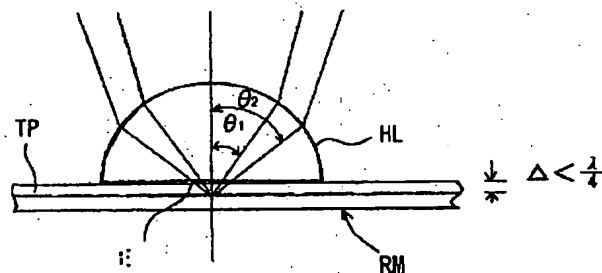
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ピックアップ装置、光ピックアップ装置の集光光学系及び光情報記録再生方法、

(57) 【要約】

【課題】 光情報記録媒体の面積記録密度及び体積記録密度ともに従来よりも増大させた大容量の光情報記録及び／又は再生が行える光ピックアップ装置、集光光学系及び光情報記録再生方法を提供する。

【解決手段】 略半球レンズHLと記録媒体RMの上面との間隔 Δ を小さく（例えば、透過する光の光源波長以下に）設定すると、エバネッセント光Eが減衰する前に、記録媒体RMに到達するので、情報の記録又は再生に用いることができる。すなわち、第1の所定角度 θ_1 を超えて第2の所定角度 θ_2 までの全反射する光束を用いて情報の記録又は再生を行うことで、像側開口数 (NA) が1.0以上の集光光学系を構成できるのである。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光源と、前記光源から出射された光束を、積層する複数の情報記録層を有する光情報記録媒体のいずれかの情報記録層に集光させる集光光学系とを有し、前記光情報記録媒体に対して情報の記録及び／又は再生を行う光ピックアップ装置において、前記集光光学系は、像側開口数1.0以上の光束を前記情報記録層に集光させることで、前記情報記録層に対して情報の記録又は再生を行うことを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項2】 前記集光光学系は、前記光情報記録媒体と対向する最終光学素子を有し、前記最終光学素子の最終光学面は前記光情報記録媒体の表面と接触していることを特徴とする請求項1に記載の光ピックアップ装置。

【請求項3】 前記集光光学系は、前記光情報記録媒体と対向する最終光学素子を有し、前記最終光学素子の最終光学面は前記光情報記録媒体の表面と前記光源の波長の4分の1以下の間隔を隔てて近接していることを特徴とする請求項1に記載の光ピックアップ装置。

【請求項4】 前記集光光学系は複数設けられ、各集光光学系はそれぞれ異なる前記情報記録層に対する情報の記録又は再生のために用いられることを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項5】 積層された複数の情報記録層から記録又は再生すべき情報記録層を選択する選択手段を有し、前記選択手段により選択された情報記録層に対して情報の記録又は再生が行われることを特徴とする請求項2乃至4のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項6】 前記集光光学系は、少なくとも2つの前記最終光学素子を有し、各最終光学素子はそれぞれ異なる前記情報記録層に対する情報の記録又は再生のために用いられ、前記選択手段が、複数の前記最終光学素子のいずれかを選択することで、選択された前記最終光学素子に対応する前記情報記録層に対して情報の記録又は再生が行われることを特徴とする請求項5に記載の光ピックアップ装置。

【請求項7】 前記選択手段は、情報の記録及び再生を行うべき積層された各情報記録層に応じて、光源の波長を変更することを特徴とする請求項5又は6に記載の光ピックアップ装置。

【請求項8】 前記選択手段は、情報の記録及び再生を行うべき積層された各情報記録層に応じて、前記最終光学素子への入射光の発散度または収束度を変動させる少なくとも一つの光学素子を、前記最終光学素子の光源側に設けたことを特徴とする請求項5乃至7のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項9】 前記最終光学素子への入射光の発散度または収束度を変動させる前記光学素子は、正の屈折力を有する正レンズ群と、負の屈折力を有する負レンズ群とを有し、少なくともその一方のレンズ群は変移可能な可

動要素となっていることを特徴とする請求項8に記載の光ピックアップ装置。

【請求項10】 前記最終光学素子への入射光の発散度または収束度を変動させる前記光学素子は、1枚の正レンズと、1枚の負レンズとからなり、少なくともその一方は変移可能な可動要素となっていることを特徴とする請求項8に記載の光ピックアップ装置。

【請求項11】 前記情報記録媒体は、前記最終光学素子からの距離が近い順に第1記録層と、第2記録層とを含み、前記第1記録層に対して記録又は再生を行う際には、前記第2記録層に対して情報を記録又は再生を行う場合よりも、前記負レンズ群と前記正レンズ群の間隔又は前記負レンズと前記正レンズとの間隔を増加させることを特徴とする請求項9又は10に記載の光ピックアップ装置。

【請求項12】 前記最終光学素子への入射光の発散度または収束度を変動させる前記光学素子は、記録または再生を行うべき情報記録層において、情報の記録又は再生の妨げとなる球面収差又は軸上色収差を補正することを特徴とする請求項8乃至11のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項13】 前記球面収差の変動と前記軸上色収差とを補正する光学素子は、次式を満たすことを特徴とする請求項12に記載の光ピックアップ装置。

$$\nu dP > \nu dN$$

ただし、

νdP : 前記正レンズ(群)を含む全正レンズのd線のアップ数の平均

νdN : 前記負レンズ(群)を含む全負レンズのd線のアップ数の平均

【請求項14】 前記値 νdP と前記値 νdN が次式を満たすことを特徴とする請求項13に記載の光ピックアップ装置。

$$\nu dP > 5.5$$

$$\nu dN < 3.5$$

【請求項15】 前記最終光学素子への入射光の発散度または収束度を変動させる前記光学素子は、屈折率分布の変更が可能であることを特徴とする請求項8乃至14のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項16】 前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、少なくとも一つの非球面光学面を有することを特徴とする請求項1乃至15に記載の光ピックアップ装置。

【請求項17】 前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、輪帯状の回折構造を有する回折面を備えることを特徴とする請求項1乃至16に記載の光ピックアップ装置。

【請求項18】 前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、比重2.0以下の材料から形成されていることを特徴とする請求項1乃至17に記載の光ピ

ックアップ装置。

【請求項19】 前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、プラスチック材料から形成されていることを特徴とする請求項18に記載の光ピックアップ装置。

【請求項20】 前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、飽和吸水率が0.5%以下である材料から形成されていることを特徴とする請求項18又は19に記載の光ピックアップ装置。

【請求項21】 前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、前記光源の発振波長の光に対して厚さ3mmにおける内部透過率が85%以上である材料から形成されていることを特徴とする請求項18乃至20のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項22】 前記集光光学系は、前記光情報記録媒体の複数の情報記録層における像側開口数を規定するための、少なくとも2つの絞りを有することを特徴とする請求項1乃至21のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項23】 前記絞りのうち少なくとも一つは、前記最終光学素子と前記光情報記録媒体との間に位置することを特徴とする請求項22に記載の光ピックアップ装置。

【請求項24】 前記集光光学系の少なくとも一つの光学素子は、エッチングにより形成されていることを特徴とする請求項1乃至23のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項25】 光源と、前記光源から出射された光束を、積層する複数の情報記録層を有する光情報記録媒体のいずれかの情報記録層に集光させる集光光学系とを有し、前記光情報記録媒体に対して情報の記録及び／又は再生を行う光ピックアップ装置において、前記集光光学系は、前記光情報記録媒体に対して、前記光源の波長よりも小さい間隔を隔てて対向する最終光学素子を有し、前記集光光学系は、像側開口数1.0以上の光束を前記情報記録層に集光させることで、前記情報記録層に対して情報の記録又は再生を行うことを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項26】 前記集光光学系は、前記光情報記録媒体と対向する最終光学素子を有し、前記最終光学素子の最終光学面は前記光情報記録媒体の表面と前記光源の波長の4分の1以下の間隔を隔てて近接していることを特徴とする請求項25に記載の光ピックアップ装置。

【請求項27】 前記集光光学系は複数設けられ、各集光光学系はそれぞれ異なる前記情報記録層に対する情報の記録又は再生のために用いられることを特徴とする請求項25又は26に記載の光ピックアップ装置。

【請求項28】 積層された複数の情報記録層から記録又は再生すべき情報記録層を選択する選択手段を有し、前記選択手段により選択された情報記録層に対して情報

の記録又は再生が行われることを特徴とする請求項25乃至27のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項29】 前記集光光学系は、少なくとも2つの前記最終光学素子を有し、各最終光学素子はそれぞれ異なる前記情報記録層に対する情報の記録又は再生のために用いられ、前記選択手段が、複数の前記最終光学素子のいずれかを選択することで、選択された前記最終光学素子に対応する前記情報記録層に対して情報の記録又は再生が行われることを特徴とする請求項28に記載の光ピックアップ装置。

【請求項30】 前記選択手段は、情報の記録及び再生を行うべき積層された各情報記録層に応じて、光源の波長を変更することを特徴とする請求項28又は29に記載の光ピックアップ装置。

【請求項31】 前記選択手段は、情報の記録及び再生を行うべき積層された各情報記録層に応じて、前記最終光学素子への入射光の発散度または収敛度を変動させる少なくとも一つの光学素子を、前記最終光学素子の光源側に設けたことを特徴とする請求項28乃至30のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項32】 前記最終光学素子への入射光の発散度または収敛度を変動させる前記光学素子は、正の屈折力を有する正レンズ群と、負の屈折力を有する負レンズ群とを有し、少なくともその一方のレンズ群は変移可能な可動要素となっていることを特徴とする請求項31に記載の光ピックアップ装置。

【請求項33】 前記最終光学素子への入射光の発散度または収敛度を変動させる前記光学素子は、1枚の正レンズと、1枚の負レンズとからなり、少なくともその一方は変移可能な可動要素となっていることを特徴とする請求項31に記載の光ピックアップ装置。

【請求項34】 前記情報記録媒体は、前記最終光学素子からの距離が近い順に第1記録層と、第2記録層とを含み、前記第1記録層に対して記録又は再生を行う際には、前記第2記録層に対して情報を記録又は再生を行う場合よりも、前記負レンズ群と前記正レンズ群の間隔又は前記負レンズと前記正レンズとの間隔を増加させることを特徴とする請求項32又は33に記載の光ピックアップ装置。

【請求項35】 前記最終光学素子への入射光の発散度または収敛度を変動させる前記光学素子は、記録または再生を行うべき情報記録層において、情報の記録又は再生の妨げとなる球面収差又は軸上色収差を補正することを特徴とする請求項31乃至34のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項36】 前記球面収差の変動と前記軸上色収差とを補正する光学素子は、次式を満たすことを特徴とする請求項35に記載の光ピックアップ装置。

$$\sin \theta_P > \sin \theta_N$$

ただし、

レ d P : 前記正レンズ (群) を含む全正レンズの d 線の
アッペ数の平均

レ d N : 前記負レンズ (群) を含む全負レンズの d 線の
アッペ数の平均

【請求項 37】 前記値レ d P と前記値レ d N が次式を
満たすことを特徴とする請求項 36 に記載の光ピックアップ装置。

レ d P > 55

レ d N < 35

【請求項 38】 前記最終光学素子への入射光の発散度
または収散度を変動させる前記光学素子は、屈折率分布
の変更が可能であることを特徴とする請求項 31 乃至 37
のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 39】 前記集光光学系を構成する少なくとも
一つの光学素子は、少なくとも一つの非球面光学面を有
することを特徴とする請求項 25 乃至 38 に記載の光ビ
ックアップ装置。

【請求項 40】 前記集光光学系を構成する少なくとも
一つの光学素子は、輪帯状の回折構造を有する回折面を
備えることを特徴とする請求項 25 乃至 39 に記載の光
ピックアップ装置。

【請求項 41】 前記集光光学系を構成する少なくとも
一つの光学素子は、比重 2.0 以下の材料から形成され
ていることを特徴とする請求項 25 乃至 40 に記載の光
ピックアップ装置。

【請求項 42】 前記集光光学系を構成する少なくとも
一つの光学素子は、プラスチック材料から形成されてい
ることを特徴とする請求項 41 に記載の光ピックアップ
装置。

【請求項 43】 前記集光光学系を構成する少なくとも
一つの光学素子は、飽和吸水率が 0.5% 以下である材
料から形成されていることを特徴とする請求項 41 又は
42 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 44】 前記集光光学系を構成する少なくとも
一つの光学素子は、前記光源の発振波長の光に対して厚
さ 3mm における内部透過率が 85% 以上である材料か
ら形成されていることを特徴とする請求項 41 乃至 43
のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 45】 前記集光光学系は、前記光情報記録媒
体の複数の情報記録層における像側開口数を規定するた
めの、少なくとも 2 つの絞りを有することを特徴とする
請求項 25 乃至 44 のいずれかに記載の光ピックアップ
装置。

【請求項 46】 前記絞りのうち少なくとも一つは、前
記最終光学素子と前記光情報記録媒体との間に位置す
ることを特徴とする請求項 45 に記載の光ピックアップ
装置。

【請求項 47】 前記集光光学系の少なくとも一つの光
学素子は、エッチングにより形成されていることを特徴
とする請求項 25 乃至 46 のいずれかに記載の光ピック

アップ装置。

【請求項 48】 光源と、前記光源から出射された光束
を、積層する複数の情報記録層を有する光情報記録媒体
のいずれかの情報記録層に集光させる集光光学系とを有
し、前記光情報記録媒体に対して情報の記録及び／又は
再生を行う光ピックアップ装置において、

前記光情報記録媒体は、前記集光光学系側に最も近い情
報記録層上に、前記光源の波長よりも大きい厚さの透明
基板を有し、

前記集光光学系は、前記光情報記録媒体に対して、前記
光源の波長よりも小さい間隔を隔てて対向する最終光学
素子を有し、前記集光光学系は、像側開口数 1.0 以上
の光束を、前記透明基板を介して前記情報記録層に集光
させることで、前記情報記録層に対して情報の記録又は
再生を行うことを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項 49】 前記最終光学素子の最終光学面は前記
光情報記録媒体の表面と前記光源の波長の 4 分の 1 以下
の間隔を隔てて近接していることを特徴とする請求項 4
8 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 50】 前記集光光学系は複数設けられ、各集
光光学系はそれぞれ異なる前記情報記録層に対する情報
の記録又は再生のために用いられることを特徴とする請
求項 48 又は 49 に記載の光ピックアップ装置。

【請求項 51】 積層された複数の情報記録層から記録
又は再生すべき情報記録層を選択する選択手段を有し、
前記選択手段により選択された情報記録層に対して情報
の記録又は再生が行われることを特徴とする請求項 48
乃至 50 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 52】 前記集光光学系は、少なくとも 2 つの
前記最終光学素子を有し、各最終光学素子はそれぞれ異
なる前記情報記録層に対する情報の記録又は再生のため
に用いられ、前記選択手段が、複数の前記最終光学素子
のいずれかを選択することで、選択された前記最終光学
素子に対応する前記情報記録層に対して情報の記録又は
再生が行われることを特徴とする請求項 51 に記載の光
ピックアップ装置。

【請求項 53】 前記選択手段は、情報の記録及び再生
を行うべき積層された各情報記録層に応じて、光源の波
長を変更することを特徴とする請求項 51 又は 52 に記
載の光ピックアップ装置。

【請求項 54】 前記選択手段は、情報の記録及び再生
を行うべき積層された各情報記録層に応じて、前記最終
光学素子への入射光の発散度または収散度を変動させる
少なくとも一つの光学素子を、前記最終光学素子の光源
側に設けたことを特徴とする請求項 51 乃至 53 のいづ
れかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 55】 前記最終光学素子への入射光の発散度
または収散度を変動させる前記光学素子は、正の屈折力
を有する正レンズ群と、負の屈折力を有する負レンズ群
とを有し、少なくともその一方のレンズ群は変移可能な

可動要素となっていることを特徴とする請求項54に記載の光ピックアップ装置。

【請求項56】 前記最終光学素子への入射光の発散度または収斂度を変動させる前記光学素子は、1枚の正レンズと、1枚の負レンズとからなり、少なくともその一方は変移可能な可動要素となっていることを特徴とする請求項54に記載の光ピックアップ装置。

【請求項57】 前記情報記録媒体は、前記最終光学素子からの距離が近い順に第1記録層と、第2記録層とを含み、前記第1記録層に対して記録又は再生を行う際には、前記第2記録層に対して情報を記録又は再生を行う場合よりも、前記負レンズ群と前記正レンズ群の間隔又は前記負レンズと前記正レンズとの間隔を増加させることを特徴とする請求項55又は56に記載の光ピックアップ装置。

【請求項58】 前記最終光学素子への入射光の発散度または収斂度を変動させる前記光学素子は、記録または再生を行うべき情報記録層において、情報の記録又は再生の妨げとなる球面収差又は軸上色収差を補正することを特徴とする請求項54乃至57のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項59】 前記球面収差の変動と前記軸上色収差とを補正する光学素子は、次式を満たすことを特徴とする請求項58に記載の光ピックアップ装置。

$$\text{rdP} > \text{rdN}$$

ただし、

rdP：前記正レンズ（群）を含む全正レンズのd線のアップ数の平均

rdN：前記負レンズ（群）を含む全負レンズのd線のアップ数の平均

【請求項60】 前記値rdPと前記値rdNが次式を満たすことを特徴とする請求項59に記載の光ピックアップ装置。 $\text{rdP} > 55 \text{rdN} < 35$

【請求項61】 前記最終光学素子への入射光の発散度または収斂度を変動させる前記光学素子は、屈折率分布の変更が可能であることを特徴とする請求項54乃至60のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項62】 前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、少なくとも一つの非球面光学面を有することを特徴とする請求項48乃至61に記載の光ピックアップ装置。

【請求項63】 前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、輪帯状の回折構造を有する回折面を備えることを特徴とする請求項48乃至62に記載の光ピックアップ装置。

【請求項64】 前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、比重2.0以下の材料から形成されていることを特徴とする請求項48乃至63に記載の光ピックアップ装置。

【請求項65】 前記集光光学系を構成する少なくとも

一つの光学素子は、プラスチック材料から形成されていることを特徴とする請求項64に記載の光ピックアップ装置。

【請求項66】 前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、飽和吸水率が0.5%以下である材料から形成されていることを特徴とする請求項64又は65に記載の光ピックアップ装置。

【請求項67】 前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、前記光源の発振波長の光に対して厚さ3mmにおける内部透過率が85%以上である材料から形成されていることを特徴とする請求項64乃至66のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項68】 前記集光光学系は、前記光情報記録媒体の複数の情報記録層における像側開口数を規定するための、少なくとも2つの絞りを有することを特徴とする請求項48乃至67のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項69】 前記絞りのうち少なくとも一つは、前記最終光学素子と前記光情報記録媒体との間に位置することを特徴とする請求項68に記載の光ピックアップ装置。

【請求項70】 前記集光光学系の少なくとも一つの光学素子は、エッチングにより形成されていることを特徴とする請求項48乃至69のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項71】 光源と、前記光源から出射された光束を、積層する複数の情報記録層を有する光情報記録媒体のいずれかの情報記録層に集光させる集光光学系とを有し、前記光情報記録媒体に対して情報の記録及び／又は再生を行う光ピックアップ装置において、前記光源と前記集光光学系の最終光学素子との間に、情報の記録または再生を行うべき前記情報記録層の変更を行う光学素子を設けたことを特徴とする光ピックアップ装置。

【請求項72】 前記情報の記録または再生を行うべき前記情報記録層の変更を行う光学素子は、前記最終光学素子への入射光の発散度または収斂度を変動させることを特徴とする請求項71に記載の光ピックアップ装置。

【請求項73】 前記最終光学素子への入射光の発散度または収斂度を変動させる前記光学素子は、正の屈折力を有する正レンズ群と、負の屈折力を有する負レンズ群とを有し、少なくともその一方のレンズ群は変移可能な可動要素となっていることを特徴とする請求項72に記載の光ピックアップ装置。

【請求項74】 前記最終光学素子への入射光の発散度または収斂度を変動させる前記光学素子は、1枚の正レンズと、1枚の負レンズとからなり、少なくともその一方は変移可能な可動要素となっていることを特徴とする請求項72に記載の光ピックアップ装置。

【請求項75】 前記情報記録媒体は、前記最終光学素

子からの距離が近い順に第1記録層と、第2記録層とを含み、前記第1記録層に対して記録又は再生を行う際には、前記第2記録層に対して情報を記録又は再生を行う場合よりも、前記負レンズ群と前記正レンズ群の間隔又は前記負レンズと前記正レンズとの間隔を増加させることを特徴とする請求項73又は74に記載の光ピックアップ装置。

【請求項76】 前記最終光学素子への入射光の発散度または収斂度を変動させる前記光学素子は、記録または再生を行うべき情報記録層において、情報の記録又は再生の妨げとなる球面収差又は軸上色収差を補正することを特徴とする請求項72乃至75のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項77】 前記球面収差の変動と前記軸上色収差とを補正する光学素子は、次式を満たすことを特徴とする請求項76に記載の光ピックアップ装置。

$$\text{rdP} > \text{rdN}$$

ただし、

rdP：前記正レンズ（群）を含む全正レンズのd線のアップ数の平均

rdN：前記負レンズ（群）を含む全負レンズのd線のアップ数の平均

【請求項78】 前記値rdPと前記値rdNが次式を満たすことを特徴とする請求項77に記載の光ピックアップ装置。

$$\text{rdP} > 55$$

$$\text{rdN} < 35$$

【請求項79】 前記最終光学素子への入射光の発散度または収斂度を変動させる前記光学素子は、屈折率分布の変更が可能であることを特徴とする請求項72乃至78のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項80】 前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、少なくとも一つの非球面光学面を有することを特徴とする請求項71乃至79に記載の光ピックアップ装置。

【請求項81】 前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、輪帯状の回折構造を有する回折面を備えることを特徴とする請求項71乃至80に記載の光ピックアップ装置。

【請求項82】 前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、比重2.0以下の材料から形成されていることを特徴とする請求項71乃至81に記載の光ピックアップ装置。

【請求項83】 前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、プラスチック材料から形成されていることを特徴とする請求項82に記載の光ピックアップ装置。

【請求項84】 前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、飽和吸水率が0.5%以下である材料から形成されていることを特徴とする請求項82又は

83に記載の光ピックアップ装置。

【請求項85】 前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、前記光源の発振波長の光に対して厚さ3mmにおける内部透過率が85%以上である材料から形成されていることを特徴とする請求項82乃至84のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項86】 前記集光光学系は、前記光情報記録媒体の複数の情報記録層における像側開口数を規定するための、少なくとも2つの絞りを有することを特徴とする請求項71乃至85のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項87】 前記絞りのうち少なくとも一つは、前記最終光学素子と前記光情報記録媒体との間に位置することを特徴とする請求項86に記載の光ピックアップ装置。

【請求項88】 前記集光光学系の少なくとも一つの光学素子は、エッチングにより形成されていることを特徴とする請求項71乃至87のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項89】 光源と、前記光源から出射された光束を、積層する複数の情報記録層を有する光情報記録媒体のいずれかの情報記録層に集光させる集光光学系とを有し、前記光情報記録媒体に対して情報の記録及び／又は再生を行う光ピックアップ装置の集光光学系において、前記集光光学系は、像側開口数1.0以上の光束を前記情報記録層に集光させることで、前記情報記録層に対して情報の記録又は再生を行うことを特徴とする光ピックアップ装置の集光光学系。

【請求項90】 前記集光光学系は、前記光情報記録媒体と対向する最終光学素子を有し、前記最終光学素子の最終光学面は前記光情報記録媒体の表面と接触していることを特徴とする請求項89に記載の光ピックアップ装置の集光光学系。

【請求項91】 前記集光光学系は、前記光情報記録媒体と対向する最終光学素子を有し、前記最終光学素子の最終光学面は前記光情報記録媒体の表面と前記光源の波長の4分の1以下の間隔を隔てて近接していることを特徴とする請求項89に記載の光ピックアップ装置の集光光学系。

【請求項92】 前記集光光学系は複数設けられ、各集光光学系はそれぞれ異なる前記情報記録層に対する情報の記録又は再生のために用いられることを特徴とする請求項89乃至91のいずれかに記載の光ピックアップ装置の集光光学系。

【請求項93】 積層された複数の情報記録層から記録又は再生すべき情報記録層を選択する選択手段を有し、前記選択手段により選択された情報記録層に対して情報の記録又は再生が行われることを特徴とする請求項90乃至92のいずれかに記載の光ピックアップ装置の集光光学系。

【請求項94】 前記集光光学系は、少なくとも2つの前記最終光学素子を有し、各最終光学素子はそれぞれ異なる前記情報記録層に対する情報の記録又は再生のために用いられ、前記選択手段が、複数の前記最終光学素子のいずれかを選択することで、選択された前記最終光学素子に対応する前記情報記録層に対して情報の記録又は再生が行われることを特徴とする請求項93に記載の光ピックアップ装置の集光光学系。

【請求項95】 前記選択手段は、情報の記録及び再生を行うべき積層された各情報記録層に応じて、光源の波長を変更することを特徴とする請求項93又は94に記載の光ピックアップ装置の集光光学系。

【請求項96】 前記選択手段は、情報の記録及び再生を行うべき積層された各情報記録層に応じて、前記最終光学素子への入射光の発散度または収収度を変動させる少なくとも一つの光学素子を、前記最終光学素子の光源側に設けたことを特徴とする請求項93乃至95のいずれかに記載の光ピックアップ装置の集光光学系。

【請求項97】 前記最終光学素子への入射光の発散度または収収度を変動させる前記光学素子は、正の屈折力を有する正レンズ群と、負の屈折力を有する負レンズ群とを有し、少なくともその一方のレンズ群は変移可能な可動要素となっていることを特徴とする請求項96に記載の光ピックアップ装置の集光光学系。

【請求項98】 前記最終光学素子への入射光の発散度または収収度を変動させる前記光学素子は、1枚の正レンズと、1枚の負レンズとからなり、少なくともその一方は変移可能な可動要素となっていることを特徴とする請求項96に記載の光ピックアップ装置の集光光学系。

【請求項99】 前記情報記録媒体は、前記最終光学素子からの距離が近い順に第1記録層と、第2記録層とを含み、前記第1記録層に対して記録又は再生を行う際には、前記第2記録層に対して情報を記録又は再生を行う場合よりも、前記負レンズ群と前記正レンズ群の間隔又は前記負レンズと前記正レンズとの間隔を増加させることを特徴とする請求項97又は98に記載の光ピックアップ装置の集光光学系。

【請求項100】 前記最終光学素子への入射光の発散度または収収度を変動させる前記光学素子は、記録または再生を行うべき情報記録層において、情報の記録又は再生の妨げとなる球面収差又は軸上色収差を補正することを特徴とする請求項96乃至99のいずれかに記載の光ピックアップ装置の集光光学系。

【請求項101】 前記球面収差の変動と前記軸上色収差とを補正する光学素子は、次式を満たすことを特徴とする請求項100に記載の光ピックアップ装置の集光光学系。

$$\text{rdP} > \text{rdN}$$

ただし、

rdP ：前記正レンズ（群）を含む全正レンズのd線の

アッペ数の平均

rdN ：前記負レンズ（群）を含む全負レンズのd線のアッペ数の平均

【請求項102】 前記値 rdP と前記値 rdN が次式を満たすことを特徴とする請求項101に記載の光ピックアップ装置の集光光学系。 $\text{rdP} > 55 \text{rdN} < 35$

【請求項103】 前記最終光学素子への入射光の発散度または収収度を変動させる前記光学素子は、屈折率分布の変更が可能であることを特徴とする請求項96乃至102のいずれかに記載の光ピックアップ装置の集光光学系。

【請求項104】 前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、少なくとも一つの非球面光学面を有することを特徴とする請求項89乃至103に記載の光ピックアップ装置の集光光学系。

【請求項105】 前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、輪帯状の回折構造を有する回折面を備えることを特徴とする請求項89乃至104に記載の光ピックアップ装置の集光光学系。

【請求項106】 前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、比重2.0以下の材料から形成されていることを特徴とする請求項89乃至105に記載の光ピックアップ装置の集光光学系。

【請求項107】 前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、プラスチック材料から形成されていることを特徴とする請求項106に記載の光ピックアップ装置の集光光学系。

【請求項108】 前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、飽和吸水率が0.5%以下である材料から形成されていることを特徴とする請求項106又は107に記載の光ピックアップ装置の集光光学系。

【請求項109】 前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、前記光源の発振波長の光に対して厚さ3mmにおける内部透過率が85%以上である材料から形成されていることを特徴とする請求項96乃至108のいずれかに記載の光ピックアップ装置の集光光学系。

【請求項110】 前記集光光学系は、前記光情報記録媒体の複数の情報記録層における像側開口数を規定するための、少なくとも2つの絞りを有することを特徴とする請求項89乃至109のいずれかに記載の光ピックアップ装置の集光光学系。

【請求項111】 前記絞りのうち少なくとも一つは、前記最終光学素子と前記光情報記録媒体との間に位置することを特徴とする請求項110に記載の光ピックアップ装置の集光光学系。

【請求項112】 前記集光光学系の少なくとも一つの光学素子は、エッチングにより形成されていることを特徴とする請求項89乃至111のいずれかに記載の光ピックアップ装置の集光光学系。

【請求項113】 光源と、前記光源から出射された光束を、積層する複数の情報記録層を有する光情報記録媒体のいずれかの情報記録層に集光させる集光光学系とを有し、前記光情報記録媒体に対して情報の記録及び／又は再生を行う光ピックアップ装置の集光光学系において、

前記集光光学系は、前記光情報記録媒体に対して、前記光源の波長よりも小さい間隔を隔てて対向する最終光学素子を有し、前記集光光学系は、像側開口数1.0以上の光束を前記情報記録層に集光させることで、前記情報記録層に対して情報の記録又は再生を行うことを特徴とする光ピックアップ装置の集光光学系。

【請求項114】 前記集光光学系は、前記光情報記録媒体と対向する最終光学素子を有し、前記最終光学素子の最終光学面は前記光情報記録媒体の表面と前記光源の波長の4分の1以下の間隔を隔てて近接していることを特徴とする請求項113に記載の光ピックアップ装置の集光光学系。

【請求項115】 前記集光光学系は複数設けられ、各集光光学系はそれぞれ異なる前記情報記録層に対する情報の記録又は再生のために用いられることを特徴とする請求項113又は114に記載の光ピックアップ装置の集光光学系。

【請求項116】 積層された複数の情報記録層から記録又は再生すべき情報記録層を選択する選択手段を有し、前記選択手段により選択された情報記録層に対して情報の記録又は再生が行われることを特徴とする請求項113乃至115のいずれかに記載の光ピックアップ装置の集光光学系。

【請求項117】 前記集光光学系は、少なくとも2つの前記最終光学素子を有し、各最終光学素子はそれぞれ異なる前記情報記録層に対する情報の記録又は再生のために用いられ、前記選択手段が、複数の前記最終光学素子のいずれかを選択することで、選択された前記最終光学素子に対応する前記情報記録層に対して情報の記録又は再生が行われることを特徴とする請求項116に記載の光ピックアップ装置の集光光学系。

【請求項118】 前記選択手段は、情報の記録及び再生を行うべき積層された各情報記録層に応じて、光源の波長を変更することを特徴とする請求項116又は117に記載の光ピックアップ装置の集光光学系。

【請求項119】 前記選択手段は、情報の記録及び再生を行うべき積層された各情報記録層に応じて、前記最終光学素子への入射光の発散度または収束度を変動させる少なくとも一つの光学素子を、前記最終光学素子の光源側に設けたことを特徴とする請求項116乃至118のいずれかに記載の光ピックアップ装置の集光光学系。

【請求項120】 前記最終光学素子への入射光の発散度または収束度を変動させる前記光学素子は、正の屈折力を有する正レンズ群と、負の屈折力を有する負レンズ

群とを有し、少なくともその一方のレンズ群は変移可能な可動要素となっていることを特徴とする請求項119に記載の光ピックアップ装置の集光光学系。

【請求項121】 前記最終光学素子への入射光の発散度または収束度を変動させる前記光学素子は、1枚の正レンズと、1枚の負レンズとからなり、少なくともその一方は変移可能な可動要素となっていることを特徴とする請求項119に記載の光ピックアップ装置の集光光学系。

【請求項122】 前記情報記録媒体は、前記最終光学素子からの距離が近い順に第1記録層と、第2記録層とを含み、前記第1記録層に対して記録又は再生を行う際には、前記第2記録層に対して情報を記録又は再生を行う場合よりも、前記負レンズ群と前記正レンズ群の間隔又は前記負レンズと前記正レンズとの間隔を増加させることを特徴とする請求項120又は121に記載の光ピックアップ装置の集光光学系。

【請求項123】 前記最終光学素子への入射光の発散度または収束度を変動させる前記光学素子は、記録または再生を行うべき情報記録層において、情報の記録又は再生の妨げとなる球面収差又は軸上色収差を補正することを特徴とする請求項119乃至122のいずれかに記載の光ピックアップ装置の集光光学系。

【請求項124】 前記球面収差の変動と前記軸上色収差とを補正する光学素子は、次式を満たすことを特徴とする請求項123に記載の光ピックアップ装置の集光光学系。

$$\text{rdP} > \text{rdN}$$

ただし、

rdP：前記正レンズ（群）を含む全正レンズのd線のアップ数の平均

rdN：前記負レンズ（群）を含む全負レンズのd線のアップ数の平均

【請求項125】 前記値rdPと前記値rdNが次式を満たすことを特徴とする請求項124に記載の光ピックアップ装置の集光光学系。

$$\text{rdP} > 5.5$$

$$\text{rdN} < 3.5$$

【請求項126】 前記最終光学素子への入射光の発散度または収束度を変動させる前記光学素子は、屈折率分布の変更が可能であることを特徴とする請求項119乃至125のいずれかに記載の光ピックアップ装置の集光光学系。

【請求項127】 前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、少なくとも一つの非球面光学面を有することを特徴とする請求項119乃至126に記載の光ピックアップ装置の集光光学系。

【請求項128】 前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、輪帯状の回折構造を有する回折面を備えることを特徴とする請求項113乃至127に記載

載の光ピックアップ装置の集光光学系。

【請求項129】 前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、比重2.0以下の材料から形成されていることを特徴とする請求項113乃至128に記載の光ピックアップ装置の集光光学系。

【請求項130】 前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、プラスチック材料から形成されていることを特徴とする請求項129に記載の光ピックアップ装置の集光光学系。

【請求項131】 前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、飽和吸水率が0.5%以下である材料から形成されていることを特徴とする請求項129又は130に記載の光ピックアップ装置の集光光学系。

【請求項132】 前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、前記光源の発振波長の光に対して厚さ3mmにおける内部透過率が85%以上である材料から形成されていることを特徴とする請求項129乃至131のいずれかに記載の光ピックアップ装置の集光光学系。

【請求項133】 前記集光光学系は、前記光情報記録媒体の複数の情報記録層における像側開口数を規定するための、少なくとも2つの絞りを有することを特徴とする請求項113乃至132のいずれかに記載の光ピックアップ装置の集光光学系。

【請求項134】 前記絞りのうち少なくとも一つは、前記最終光学素子と前記光情報記録媒体との間に位置することを特徴とする請求項133に記載の光ピックアップ装置の集光光学系。

【請求項135】 前記集光光学系の少なくとも一つの光学素子は、エッチングにより形成されていることを特徴とする請求項113乃至134のいずれかに記載の光ピックアップ装置の集光光学系。

【請求項136】 光源と、前記光源から出射された光束を、積層する複数の情報記録層を有する光情報記録媒体のいずれかの情報記録層に集光させる集光光学系とを有し、前記光情報記録媒体に対して情報の記録及び／又は再生を行う光ピックアップ装置の集光光学系において、

前記光情報記録媒体は、前記集光光学系側に最も近い情報記録層上に、前記光源の波長よりも大きい厚さの透明基板を有し、

前記集光光学系は、前記光情報記録媒体に対して、前記光源の波長よりも小さい間隔を隔てて対向する最終光学素子を有し、前記集光光学系は、像側開口数1.0以上の光束を、前記透明基板を介して前記情報記録層に集光させることで、前記情報記録層に対して情報の記録又は再生を行うことを特徴とする光ピックアップ装置の集光光学系。

【請求項137】 前記最終光学素子の最終光学面は前記光情報記録媒体の表面と前記光源の波長の4分の1以

下の間隔を隔てて近接していることを特徴とする請求項136に記載の光ピックアップ装置の集光光学系。

【請求項138】 前記集光光学系は複数設けられ、各集光光学系はそれぞれ異なる前記情報記録層に対する情報の記録又は再生のために用いられることを特徴とする請求項136又は137に記載の光ピックアップ装置の集光光学系。

【請求項139】 積層された複数の情報記録層から記録又は再生すべき情報記録層を選択する選択手段を有し、前記選択手段により選択された情報記録層に対して情報の記録又は再生が行われることを特徴とする請求項136乃至138のいずれかに記載の光ピックアップ装置の集光光学系。

【請求項140】 前記集光光学系は、少なくとも2つの前記最終光学素子を有し、各最終光学素子はそれぞれ異なる前記情報記録層に対する情報の記録又は再生のために用いられ、前記選択手段が、複数の前記最終光学素子のいずれかを選択することで、選択された前記最終光学素子に対応する前記情報記録層に対して情報の記録又は再生が行われることを特徴とする請求項139に記載の光ピックアップ装置の集光光学系。

【請求項141】 前記選択手段は、情報の記録及び再生を行うべき積層された各情報記録層に応じて、光源の波長を変更することを特徴とする請求項139又は140に記載の光ピックアップ装置の集光光学系。

【請求項142】 前記選択手段は、情報の記録及び再生を行うべき積層された各情報記録層に応じて、前記最終光学素子への入射光の発散度または収散度を変動させる少なくとも一つの光学素子を、前記最終光学素子の光源側に設けたことを特徴とする請求項139乃至141のいずれかに記載の光ピックアップ装置の集光光学系。

【請求項143】 前記最終光学素子への入射光の発散度または収散度を変動させる前記光学素子は、正の屈折力を有する正レンズ群と、負の屈折力を有する負レンズ群とを有し、少なくともその一方のレンズ群は変移可能な可動要素となっていることを特徴とする請求項142に記載の光ピックアップ装置の集光光学系。

【請求項144】 前記最終光学素子への入射光の発散度または収散度を変動させる前記光学素子は、1枚の正レンズと、1枚の負レンズとからなり、少なくともその一方は変移可能な可動要素となっていることを特徴とする請求項142に記載の光ピックアップ装置の集光光学系。

【請求項145】 前記情報記録媒体は、前記最終光学素子からの距離が近い順に第1記録層と、第2記録層とを含み、前記第1記録層に対して記録又は再生を行う際には、前記第2記録層に対して情報を記録又は再生を行う場合よりも、前記負レンズ群と前記正レンズ群の間隔又は前記負レンズと前記正レンズとの間隔を増加させることを特徴とする請求項143又は144に記載の光ピ

ックアップ装置の集光光学系。

【請求項146】 前記最終光学素子への入射光の発散度または収斂度を変動させる前記光学素子は、記録または再生を行うべき情報記録層において、情報の記録又は再生の妨げとなる球面収差又は軸上色収差を補正することを特徴とする請求項142乃至145のいずれかに記載の光ビックアップ装置の集光光学系。

【請求項147】 前記球面収差の変動と前記軸上色収差とを補正する光学素子は、次式を満たすことを特徴とする請求項146に記載の光ビックアップ装置の集光光学系。

$$\text{rdP} > \text{rdN}$$

ただし、

rdP：前記正レンズ（群）を含む全正レンズのd線のアッペ数の平均

rdN：前記負レンズ（群）を含む全負レンズのd線のアッペ数の平均

【請求項148】 前記値rdPと前記値rdNが次式を満たすことを特徴とする請求項147に記載の光ビックアップ装置の集光光学系。

$$\text{rdP} > 55$$

$$\text{rdN} < 35$$

【請求項149】 前記最終光学素子への入射光の発散度または収斂度を変動させる前記光学素子は、屈折率分布の変更が可能であることを特徴とする請求項142乃至148のいずれかに記載の光ビックアップ装置の集光光学系。

【請求項150】 前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、少なくとも一つの非球面光学面を有することを特徴とする請求項136乃至149に記載の光ビックアップ装置の集光光学系。

【請求項151】 前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、輪帯状の回折構造を有する回折面を備えることを特徴とする請求項136乃至150に記載の光ビックアップ装置の集光光学系。

【請求項152】 前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、比重2.0以下の材料から形成されていることを特徴とする請求項136乃至151に記載の光ビックアップ装置の集光光学系。

【請求項153】 前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、プラスチック材料から形成されていることを特徴とする請求項152に記載の光ビックアップ装置の集光光学系。

【請求項154】 前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、飽和吸水率が0.5%以下である材料から形成されていることを特徴とする請求項152又は153に記載の光ビックアップ装置の集光光学系。

【請求項155】 前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、前記光源の発振波長の光に対して厚さ3mmにおける内部透過率が85%以上である材料

から形成されていることを特徴とする請求項152乃至154のいずれかに記載の光ビックアップ装置の集光光学系。

【請求項156】 前記集光光学系は、前記光情報記録媒体の複数の情報記録層における像側開口数を規定するための、少なくとも2つの絞りを有することを特徴とする請求項136乃至155のいずれかに記載の光ビックアップ装置の集光光学系。

【請求項157】 前記絞りのうち少なくとも一つは、前記最終光学素子と前記光情報記録媒体との間に位置することを特徴とする請求項156に記載の光ビックアップ装置の集光光学系。

【請求項158】 前記集光光学系の少なくとも一つの光学素子は、エッチングにより形成されていることを特徴とする請求項136乃至157のいずれかに記載の光ビックアップ装置の集光光学系。

【請求項159】 光源と、前記光源から出射された光束を、積層する複数の情報記録層を有する光情報記録媒体のいずれかの情報記録層に集光させる集光光学系とを有し、前記光情報記録媒体に対して情報の記録及び／又は再生を行う光ビックアップ装置の集光光学系において、前記光源と前記集光光学系の最終光学素子との間に、情報の記録または再生を行うべき前記情報記録層の変更を行う光学素子を設けたことを特徴とする光ビックアップ装置の集光光学系。

【請求項160】 前記情報の記録または再生を行うべき前記情報記録層の変更を行う光学素子は、前記最終光学素子への入射光の発散度または収斂度を変動させることを特徴とする請求項159に記載の光ビックアップ装置の集光光学系。

【請求項161】 前記最終光学素子への入射光の発散度または収斂度を変動させる前記光学素子は、正の屈折力を有する正レンズ群と、負の屈折力を有する負レンズ群とを有し、少なくともその一方のレンズ群は変移可能な可動要素となっていることを特徴とする請求項160に記載の光ビックアップ装置の集光光学系。

【請求項162】 前記最終光学素子への入射光の発散度または収斂度を変動させる前記光学素子は、1枚の正レンズと、1枚の負レンズとからなり、少なくともその一方は変移可能な可動要素となっていることを特徴とする請求項160に記載の光ビックアップ装置の集光光学系。

【請求項163】 前記情報記録媒体は、前記最終光学素子からの距離が近い順に第1記録層と、第2記録層とを含み、前記第1記録層に対して記録又は再生を行う際には、前記第2記録層に対して情報を記録又は再生を行う場合よりも、前記負レンズ群と前記正レンズ群の間隔又は前記負レンズと前記正レンズとの間隔を増加させることを特徴とする請求項161又は162に記載の光ビックアップ装置の集光光学系。

【請求項164】 前記最終光学素子への入射光の発散度または収散度を変動させる前記光学素子は、記録または再生を行うべき情報記録層において、情報の記録又は再生の妨げとなる球面収差又は軸上色収差を補正することを特徴とする請求項160乃至163のいずれかに記載の光ピックアップ装置の集光光学系。

【請求項165】 前記球面収差の変動と前記軸上色収差とを補正する光学素子は、次式を満たすことを特徴とする請求項164に記載の光ピックアップ装置の集光光学系。

$$\text{rdP} > \text{rdN}$$

ただし、

rdP：前記正レンズ（群）を含む全正レンズのd線のアッペ数の平均

rdN：前記負レンズ（群）を含む全負レンズのd線のアッペ数の平均

【請求項166】 前記値rdPと前記値rdNが次式を満たすことを特徴とする請求項165に記載の光ピックアップ装置の集光光学系。 $\text{rdP} > 5 \text{ rdN} < 35$

【請求項167】 前記最終光学素子への入射光の発散度または収散度を変動させる前記光学素子は、屈折率分布の変更が可能であることを特徴とする請求項160乃至166のいずれかに記載の光ピックアップ装置の集光光学系。

【請求項168】 前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、少なくとも一つの非球面光学面を有することを特徴とする請求項159乃至167に記載の光ピックアップ装置の集光光学系。

【請求項169】 前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、輪帯状の回折構造を有する回折面を備えることを特徴とする請求項159乃至168に記載の光ピックアップ装置の集光光学系。

【請求項170】 前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、比重2.0以下の材料から形成されていることを特徴とする請求項159乃至169に記載の光ピックアップ装置の集光光学系。

【請求項171】 前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、プラスチック材料から形成されていることを特徴とする請求項170に記載の光ピックアップ装置の集光光学系。

【請求項172】 前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、飽和吸水率が0.5%以下である材料から形成されていることを特徴とする請求項170又は171に記載の光ピックアップ装置の集光光学系。

【請求項173】 前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、前記光源の発振波長の光に対して厚さ3mmにおける内部透過率が85%以上である材料から形成されていることを特徴とする請求項170乃至172のいずれかに記載の光ピックアップ装置の集光光学系。

【請求項174】 前記集光光学系は、前記光情報記録媒体の複数の情報記録層における像側開口数を規定するための、少なくとも2つの絞りを有することを特徴とする請求項159乃至173のいずれかに記載の光ピックアップ装置の集光光学系。

【請求項175】 前記絞りのうち少なくとも一つは、前記最終光学素子と前記光情報記録媒体との間に位置することを特徴とする請求項174に記載の光ピックアップ装置の集光光学系。

【請求項176】 前記集光光学系の少なくとも一つの光学素子は、エッチングにより形成されていることを特徴とする請求項159乃至175のいずれかに記載の光ピックアップ装置の集光光学系。

【請求項177】 光源と、前記光源から出射された光束を、積層する複数の情報記録層を有する光情報記録媒体のいずれかの情報記録層に集光させる集光光学系とを有する光ピックアップ装置を用いて、前記集光光学系からの像側開口数1.0以上の光束により、前記情報記録層に対して情報の記録又は再生を行うことを特徴とする光情報記録再生方法。

【請求項178】 前記集光光学系は、前記光情報記録媒体と対向する最終光学素子を有し、前記最終光学素子の最終光学面を前記光情報記録媒体の表面と接触させることを特徴とする請求項177に記載の光情報記録再生方法。

【請求項179】 前記集光光学系は、前記光情報記録媒体と対向する最終光学素子を有し、前記最終光学素子の最終光学面を前記光情報記録媒体の表面と前記光源の波長の4分の1以下の間隔を隔てて近接させることを特徴とする請求項177に記載の光情報記録再生方法。

【請求項180】 前記集光光学系は複数設けられ、各集光光学系をそれぞれ異なる前記情報記録層に対する情報の記録又は再生のために用いることを特徴とする請求項177乃至179のいずれかに記載の光情報記録再生方法。

【請求項181】 前記光ピックアップ装置は、積層された複数の情報記録層から記録又は再生すべき情報記録層を選択する選択手段を有し、前記選択手段により選択された情報記録層に対して情報の記録又は再生を行うことを特徴とする請求項178乃至180のいずれかに記載の光情報記録再生方法。

【請求項182】 前記集光光学系は、少なくとも2つの前記最終光学素子を有し、各最終光学素子はそれぞれ異なる前記情報記録層に対する情報の記録又は再生のために用いられ、前記選択手段により、複数の前記最終光学素子のいずれかを選択することで、選択された前記最終光学素子に対応する前記情報記録層に対して情報の記録又は再生を行うことを特徴とする請求項181に記載の光情報記録再生方法。

【請求項183】 前記選択手段により、情報の記録及

び再生を行うべき積層された各情報記録層に応じて、光源の波長を変更することを特徴とする請求項181又は182に記載の光情報記録再生方法。

【請求項184】 前記選択手段は、情報の記録及び再生を行うべき積層された各情報記録層に応じて、前記最終光学素子への入射光の発散度または収散度を変動させる少なくとも一つの光学素子を、前記最終光学素子の光源側に設けたことを特徴とする請求項181乃至183のいずれかに記載の光情報記録再生方法。

【請求項185】 前記最終光学素子への入射光の発散度または収散度を変動させる前記光学素子は、正の屈折力を有する正レンズ群と、負の屈折力を有する負レンズ群とを有し、少なくともその一方のレンズ群は変移可能な可動要素となっていることを特徴とする請求項184に記載の光情報記録再生方法。

【請求項186】 前記最終光学素子への入射光の発散度または収散度を変動させる前記光学素子は、1枚の正レンズと、1枚の負レンズとからなり、少なくともその一方は変移可能な可動要素となっていることを特徴とする請求項184に記載の光情報記録再生方法。

【請求項187】 前記情報記録媒体は、前記最終光学素子からの距離が近い順に第1記録層と、第2記録層とを含み、前記第1記録層に対して記録又は再生を行う際には、前記第2記録層に対して情報を記録又は再生を行う場合よりも、前記負レンズ群と前記正レンズ群の間隔又は前記負レンズと前記正レンズとの間隔を増加させることを特徴とする請求項185又は186に記載の光情報記録再生方法。

【請求項188】 前記最終光学素子への入射光の発散度または収散度を変動させる前記光学素子は、記録または再生を行うべき情報記録層において、情報の記録又は再生の妨げとなる球面収差又は軸上色収差を補正することを特徴とする請求項184乃至187のいずれかに記載の光情報記録再生方法。

【請求項189】 前記球面収差の変動と前記軸上色収差とを補正する光学素子は、次式を満たすことを特徴とする請求項188に記載の光情報記録再生方法。

$$\nu dP > \nu dN$$

ただし、

νdP ：前記正レンズ（群）を含む全正レンズのd線のアッペ数の平均

νdN ：前記負レンズ（群）を含む全負レンズのd線のアッペ数の平均

【請求項190】 前記値 νdP と前記値 νdN が次式を満たすことを特徴とする請求項189に記載の光情報記録再生方法。

$$\nu dP > 55$$

$$\nu dN < 35$$

【請求項191】 前記最終光学素子への入射光の発散度または収散度を変動させる前記光学素子は、屈折率分

布の変更が可能であることを特徴とする請求項184乃至190のいずれかに記載の光情報記録再生方法。

【請求項192】 前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、少なくとも一つの非球面光学面を有することを特徴とする請求項177乃至191に記載の光情報記録再生方法。

【請求項193】 前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、輪帯状の回折構造を有する回折面を備えることを特徴とする請求項177乃至192に記載の光情報記録再生方法。

【請求項194】 前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、比重2.0以下の材料から形成されていることを特徴とする請求項177乃至193に記載の光情報記録再生方法。

【請求項195】 前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、プラスチック材料から形成されていることを特徴とする請求項194に記載の光情報記録再生方法。

【請求項196】 前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、飽和吸水率が0.5%以下である材料から形成されていることを特徴とする請求項194又は195に記載の光情報記録再生方法。

【請求項197】 前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、前記光源の発振波長の光に対して厚さ3mmにおける内部透過率が85%以上である材料から形成されていることを特徴とする請求項194乃至196のいずれかに記載の光情報記録再生方法。

【請求項198】 前記集光光学系は、前記光情報記録媒体の複数の情報記録層における像側開口数を規定するための、少なくとも2つの絞りを有することを特徴とする請求項177乃至197のいずれかに記載の光情報記録再生方法。

【請求項199】 前記絞りのうち少なくとも一つは、前記最終光学素子と前記光情報記録媒体との間に位置することを特徴とする請求項198に記載の光情報記録再生方法。

【請求項200】 前記集光光学系の少なくとも一つの光学素子は、エッチングにより形成されていることを特徴とする請求項177乃至199のいずれかに記載の光情報記録再生方法。

【請求項201】 光源と、前記光源から出射された光束を、積層する複数の情報記録層を有する光情報記録媒体のいずれかの情報記録層に集光させる集光光学系とを有し、前記集光光学系が、前記光情報記録媒体に対して、前記光源の波長よりも小さい間隔を隔てて対向する最終光学素子を有する光ピックアップ装置を用いて、前記集光光学系により、像側開口数1.0以上の光束を前記情報記録層に集光させることで、前記情報記録層に対して情報の記録又は再生を行うことを特徴とする光情報記録再生方法。

【請求項202】 前記集光光学系は、前記光情報記録媒体と対向する最終光学素子を有し、前記最終光学素子の最終光学面を前記光情報記録媒体の表面と前記光源の波長の4分の1以下の間隔を隔てて近接させることを特徴とする請求項201に記載の光情報記録再生方法。

【請求項203】 前記集光光学系は複数設けられ、各集光光学系をそれぞれ異なる前記情報記録層に対する情報の記録又は再生のために用いることを特徴とする請求項201又は202に記載の光情報記録再生方法。

【請求項204】 前記光ピックアップ装置は、積層された複数の情報記録層から記録又は再生すべき情報記録層を選択する選択手段を有し、前記選択手段により選択された情報記録層に対して情報の記録又は再生を行うことを特徴とする請求項201乃至203のいずれかに記載の光情報記録再生方法。

【請求項205】 前記集光光学系は、少なくとも2つの前記最終光学素子を有し、各最終光学素子はそれぞれ異なる前記情報記録層に対する情報の記録又は再生のために用いられ、前記選択手段により、複数の前記最終光学素子のいずれかを選択することで、選択された前記最終光学素子に対応する前記情報記録層に対して情報の記録又は再生を行うことを特徴とする請求項204に記載の光情報記録再生方法。

【請求項206】 前記選択手段により、情報の記録及び再生を行うべき積層された各情報記録層に応じて、光源の波長を変更することを特徴とする請求項204又は205に記載の光情報記録再生方法。

【請求項207】 前記選択手段は、情報の記録及び再生を行うべき積層された各情報記録層に応じて、前記最終光学素子への入射光の発散度または収収度を変動させる少なくとも一つの光学素子を、前記最終光学素子の光源側に設けたことを特徴とする請求項204乃至206のいずれかに記載の光情報記録再生方法。

【請求項208】 前記最終光学素子への入射光の発散度または収収度を変動させる前記光学素子は、正の屈折力を有する正レンズ群と、負の屈折力を有する負レンズ群とを有し、少なくともその一方のレンズ群は変移可能な可動要素となっていることを特徴とする請求項207に記載の光情報記録再生方法。

【請求項209】 前記最終光学素子への入射光の発散度または収収度を変動させる前記光学素子は、1枚の正レンズと、1枚の負レンズとからなり、少なくともその一方は変移可能な可動要素となっていることを特徴とする請求項207に記載の光情報記録再生方法。

【請求項210】 前記情報記録媒体は、前記最終光学素子からの距離が近い順に第1記録層と、第2記録層とを含み、前記第1記録層に対して記録又は再生を行う際には、前記第2記録層に対して情報を記録又は再生を行う場合よりも、前記負レンズ群と前記正レンズ群の間隔又は前記負レンズと前記正レンズとの間隔を増加させる

ことを特徴とする請求項208又は209に記載の光情報記録再生方法。

【請求項211】 前記最終光学素子への入射光の発散度または収収度を変動させる前記光学素子は、記録または再生を行うべき情報記録層において、情報の記録又は再生の妨げとなる球面収差又は軸上色収差を補正することを特徴とする請求項207乃至210のいずれかに記載の光情報記録再生方法。

【請求項212】 前記球面収差の変動と前記軸上色収差とを補正する光学素子は、次式を満たすことを特徴とする請求項211に記載の光情報記録再生方法。

$$\nu dP > \nu dN$$

ただし、

νdP ：前記正レンズ（群）を含む全正レンズのd線のアッペ数の平均

νdN ：前記負レンズ（群）を含む全負レンズのd線のアッペ数の平均

【請求項213】 前記値 νdP と前記値 νdN が次式を満たすことを特徴とする請求項212に記載の光情報記録再生方法。

$$\nu dP > 5.5$$

$$\nu dN < 3.5$$

【請求項214】 前記最終光学素子への入射光の発散度または収収度を変動させる前記光学素子は、屈折率分布の変更が可能であることを特徴とする請求項207乃至213のいずれかに記載の光情報記録再生方法。

【請求項215】 前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、少なくとも一つの非球面光学面を有することを特徴とする請求項201乃至214に記載の光情報記録再生方法。

【請求項216】 前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、輪帯状の回折構造を有する回折面を備えることを特徴とする請求項201乃至215に記載の光情報記録再生方法。

【請求項217】 前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、比重2.0以下の材料から形成されていることを特徴とする請求項201乃至216に記載の光情報記録再生方法。

【請求項218】 前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、プラスチック材料から形成されていることを特徴とする請求項217に記載の光情報記録再生方法。

【請求項219】 前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、飽和吸水率が0.5%以下である材料から形成されていることを特徴とする請求項217又は218に記載の光情報記録再生方法。

【請求項220】 前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、前記光源の発振波長の光に対して厚さ3mmにおける内部透過率が85%以上である材料から形成されていることを特徴とする請求項217乃至

219のいずれかに記載の光情報記録再生方法。

【請求項221】 前記集光光学系は、前記光情報記録媒体の複数の情報記録層における像側開口数を規定するための、少なくとも2つの絞りを有することを特徴とする請求項201乃至220のいずれかに記載の光情報記録再生方法。

【請求項222】 前記絞りのうち少なくとも一つは、前記最終光学素子と前記光情報記録媒体との間に位置することを特徴とする請求項221に記載の光情報記録再生方法。

【請求項223】 前記集光光学系の少なくとも一つの光学素子は、エッチングにより形成されていることを特徴とする請求項201乃至222のいずれかに記載の光情報記録再生方法。

【請求項224】 光源と、前記光源から出射された光束を、積層する複数の情報記録層を有し、且つ最も外側の情報記録層上に前記光源の波長よりも大きい厚さの透明基板を有する光情報記録媒体のいずれかの情報記録層に集光させる集光光学系を有し、前記集光光学系が、前記光情報記録媒体の透明基板に対して、前記光源の波長よりも小さい間隔を隔てて対向する最終光学素子を有する光ピックアップ装置を用いて、前記集光光学系により、像側開口数1.0以上の光束を前記情報記録層に集光させることで、前記情報記録層に対して情報の記録又は再生を行うことを特徴とする光情報記録再生方法。

【請求項225】 前記最終光学素子の最終光学面を前記光情報記録媒体の表面と前記光源の波長の4分の1以下の間隔を隔てて近接させることを特徴とする請求項224に記載の光情報記録再生方法。

【請求項226】 前記集光光学系は複数設けられ、各集光光学系をそれぞれ異なる前記情報記録層に対する情報の記録又は再生のために用いることを特徴とする請求項224又は225に記載の光情報記録再生方法。

【請求項227】 前記光ピックアップ装置は、積層された複数の情報記録層から記録又は再生すべき情報記録層を選択する選択手段を有し、前記選択手段により選択された情報記録層に対して情報の記録又は再生を行うことを特徴とする請求項224乃至226のいずれかに記載の光情報記録再生方法。

【請求項228】 前記集光光学系は、少なくとも2つの前記最終光学素子を有し、各最終光学素子はそれぞれ異なる前記情報記録層に対する情報の記録又は再生のために用いられ、前記選択手段により、複数の前記最終光学素子のいずれかを選択することで、選択された前記最終光学素子に対応する前記情報記録層に対して情報の記録又は再生を行うことを特徴とする請求項227に記載の光情報記録再生方法。

【請求項229】 前記選択手段により、情報の記録及び再生を行うべき積層された各情報記録層に応じて、光源の波長を変更することを特徴とする請求項227又は

228に記載の光情報記録再生方法。

【請求項230】 前記選択手段は、情報の記録及び再生を行うべき積層された各情報記録層に応じて、前記最終光学素子への入射光の発散度または収斂度を変動させる少なくとも一つの光学素子を、前記最終光学素子の光源側に設けたことを特徴とする請求項227乃至229のいずれかに記載の光情報記録再生方法。

【請求項231】 前記最終光学素子への入射光の発散度または収斂度を変動させる前記光学素子は、正の屈折力を有する正レンズ群と、負の屈折力を有する負レンズ群とを有し、少なくともその一方のレンズ群は変移可能な可動要素となっていることを特徴とする請求項230に記載の光情報記録再生方法。

【請求項232】 前記最終光学素子への入射光の発散度または収斂度を変動させる前記光学素子は、1枚の正レンズと、1枚の負レンズとからなり、少なくともその一方は変移可能な可動要素となっていることを特徴とする請求項230に記載の光情報記録再生方法。

【請求項233】 前記情報記録媒体は、前記最終光学素子からの距離が近い順に第1記録層と、第2記録層とを含み、前記第1記録層に対して記録又は再生を行う際には、前記第2記録層に対して情報を記録又は再生を行う場合よりも、前記負レンズ群と前記正レンズ群の間隔又は前記負レンズと前記正レンズとの間隔を増加させることを特徴とする請求項231又は232に記載の光情報記録再生方法。

【請求項234】 前記最終光学素子への入射光の発散度または収斂度を変動させる前記光学素子は、記録または再生を行うべき情報記録層において、情報の記録又は再生の妨げとなる球面収差又は軸上色収差を補正することを特徴とする請求項230乃至233のいずれかに記載の光情報記録再生方法。

【請求項235】 前記球面収差の変動と前記軸上色収差とを補正する光学素子は、次式を満たすことを特徴とする請求項234に記載の光情報記録再生方法。

$$\sum dP > \sum dN$$

ただし、

$\sum dP$ ：前記正レンズ（群）を含む全正レンズのd線のアッペ数の平均

$\sum dN$ ：前記負レンズ（群）を含む全負レンズのd線のアッペ数の平均

【請求項236】 前記値 $\sum dP$ と前記値 $\sum dN$ が次式を満たすことを特徴とする請求項235に記載の光情報記録再生方法。

$$\sum dP > 55$$

$$\sum dN < 35$$

【請求項237】 前記最終光学素子への入射光の発散度または収斂度を変動させる前記光学素子は、屈折率分布の変更が可能であることを特徴とする請求項230乃至236のいずれかに記載の光情報記録再生方法。

【請求項238】 前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、少なくとも一つの非球面光学面を有することを特徴とする請求項224乃至237に記載の光情報記録再生方法。

【請求項239】 前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、輪帯状の回折構造を有する回折面を備えることを特徴とする請求項224乃至238に記載の光情報記録再生方法。

【請求項240】 前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、比重2.0以下の材料から形成されていることを特徴とする請求項224乃至239に記載の光情報記録再生方法。

【請求項241】 前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、プラスチック材料から形成されていることを特徴とする請求項240に記載の光情報記録再生方法。

【請求項242】 前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、飽和吸水率が0.5%以下である材料から形成されていることを特徴とする請求項240又は241に記載の光情報記録再生方法。

【請求項243】 前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、前記光源の発振波長の光に対して厚さ3mmにおける内部透過率が85%以上である材料から形成されていることを特徴とする請求項240乃至242のいずれかに記載の光情報記録再生方法。

【請求項244】 前記集光光学系は、前記光情報記録媒体の複数の情報記録層における像側開口数を規定するための、少なくとも2つの絞りを有することを特徴とする請求項224乃至243のいずれかに記載の光情報記録再生方法。

【請求項245】 前記絞りのうち少なくとも一つは、前記最終光学素子と前記光情報記録媒体との間に位置することを特徴とする請求項244に記載の光情報記録再生方法。

【請求項246】 前記集光光学系の少なくとも一つの光学素子は、エッチングにより形成されていることを特徴とする請求項224乃至245のいずれかに記載の光情報記録再生方法。

【請求項247】 光源と、前記光源から出射された光束を、積層する複数の情報記録層を有する光情報記録媒体のいずれかの情報記録層に集光させる集光光学系を有する光ピックアップ装置を用いて、前記光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う光情報記録再生方法において、前記光源と前記集光光学系、最終光学素子との間に設けた所定の光学素子により、情報の記録または再生を行うべき前記情報記録層の変更を行うことを特徴とする光情報記録再生方法。

【請求項248】 前記情報の記録または再生を行うべき前記情報記録層の変更を行う光学素子は、前記最終光学素子への入射光の発散度または収斂度を変動させるこ

とを特徴とする請求項247に記載の光情報記録再生方法。

【請求項249】 前記最終光学素子への入射光の発散度または収斂度を変動させる前記光学素子は、正の屈折力を有する正レンズ群と、負の屈折力を有する負レンズ群とを有し、少なくともその一方のレンズ群は変移可能な可動要素となっていることを特徴とする請求項248に記載の光情報記録再生方法。

【請求項250】 前記最終光学素子への入射光の発散度または収斂度を変動させる前記光学素子は、1枚の正レンズと、1枚の負レンズとからなり、少なくともその一方は変移可能な可動要素となっていることを特徴とする請求項249に記載の光情報記録再生方法。

【請求項251】 前記情報記録媒体は、前記最終光学素子からの距離が近い順に第1記録層と、第2記録層とを含み、前記第1記録層に対して記録又は再生を行う際には、前記第2記録層に対して情報を記録又は再生を行う場合よりも、前記負レンズ群と前記正レンズ群の間隔又は前記負レンズと前記正レンズとの間隔を増加させることを特徴とする請求項249又は250に記載の光情報記録再生方法。

【請求項252】 前記最終光学素子への入射光の発散度または収斂度を変動させる前記光学素子は、記録または再生を行うべき情報記録層において、情報の記録又は再生の妨げとなる球面収差又は軸上色収差を補正することを特徴とする請求項248乃至251のいずれかに記載の光情報記録再生方法。

【請求項253】 前記球面収差の変動と前記軸上色収差とを補正する光学素子は、次式を満たすことを特徴とする請求項252に記載の光情報記録再生方法。

$$\nu dP > \nu dN$$

ただし、

νdP ：前記正レンズ（群）を含む全正レンズのd線のアッペ数の平均

νdN ：前記負レンズ（群）を含む全負レンズのd線のアッペ数の平均

【請求項254】 前記値 νdP と前記値 νdN が次式を満たすことを特徴とする請求項253に記載の光情報記録再生方法。

$$\nu dP > 55$$

$$\nu dN < 35$$

【請求項255】 前記最終光学素子への入射光の発散度または収斂度を変動させる前記光学素子は、屈折率分布の変更が可能であることを特徴とする請求項248乃至254のいずれかに記載の光情報記録再生方法。

【請求項256】 前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、少なくとも一つの非球面光学面を有することを特徴とする請求項247乃至255に記載の光情報記録再生方法。

【請求項257】 前記集光光学系を構成する少なくと

も一つの光学素子は、輪帯状の回折構造を有する回折面を備えることを特徴とする請求項247乃至256に記載の光情報記録再生方法。

【請求項258】 前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、比重2.0以下の材料から形成されていることを特徴とする請求項247乃至257に記載の光情報記録再生方法。

【請求項259】 前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、プラスチック材料から形成されていることを特徴とする請求項258に記載の光情報記録再生方法。

【請求項260】 前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、飽和吸水率が0.5%以下である材料から形成されていることを特徴とする請求項258又は259に記載の光情報記録再生方法。

【請求項261】 前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、前記光源の発振波長の光に対して厚さ3mmにおける内部透過率が85%以上である材料から形成されていることを特徴とする請求項258乃至260のいずれかに記載の光情報記録再生方法。

【請求項262】 前記集光光学系は、前記光情報記録媒体の複数の情報記録層における像側開口数を規定するための、少なくとも2つの絞りを有することを特徴とする請求項247乃至261のいずれかに記載の光情報記録再生方法。

【請求項263】 前記絞りのうち少なくとも一つは、前記最終光学素子と前記光情報記録媒体との間に位置することを特徴とする請求項262に記載の光情報記録再生方法。

【請求項264】 前記集光光学系の少なくとも一つの光学素子は、エッチングにより形成されていることを特徴とする請求項247乃至263のいずれかに記載の光情報記録再生方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、層状に複数の情報記録層を有する光情報記録媒体について情報の記録または再生を行うための光ピックアップ装置、光ピックアップ装置の集光光学系及び光情報記録再生方法に関し、特にエバネッセント光を用いた像側開口数1.0以上の光束で、積層した複数の情報記録層に情報の記録又は再生を行う光ピックアップ装置、光ピックアップ装置の集光光学系及び光情報記録再生方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、短波長赤色半導体レーザ実用化に伴い、従来の光ディスクすなわち光情報記録媒体であるCD（コンパクト・ディスク）と同程度の大きさで大容量化させた高密度の光ディスクであるDVD（デジタル・ヴァータイル・ディスク）が開発され製品化されているが、近い将来には、より高密度な次世代の光ディ

スクも登場することが予想される。このような光ディスクなどを媒体とした光情報記録再生装置の光学系において、記録信号の高密度化を図るため、或いは高密度記録信号を再生するため、集光光学系を介して記録媒体上に集光するスポット径を小さくすることが要求されている。このような要求に対し、一つの解決手段として、近接場（ニアフィールド）の原理を用いた光学素子が提案されている。かかる光学素子は、情報記録面に対向する固浸レンズからしみ出すエバネッセント光を用いて高NA化を達成するものであり、例えば特開2000-99990に記載されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、エバネッセント光を用いて光情報記録媒体に対して情報の記録または再生を行う場合、エバネッセント光が距離に応じて急激に減衰するという特性を有するものであることから、光情報記録媒体の表面に情報記録面を形成する必要がある。しかるに、光情報記録媒体の表面に情報記録面を形成するという事は、情報記録面上に保護層を設けることができないということである。従って、密閉された空間内のみで用いる場合には、そのような光情報記録媒体を用いることも可能であるが、ユーザーが手で交換することを前提としたCDやDVDなどのリムーバブルな光ディスクについては、エバネッセント光を用いて情報の記録または再生を行うことは困難であるといえる。

【0004】 また、高密度な情報の記録又は再生を図るべく、情報記録層を積層した多層型の光情報記録媒体も開発されている。そのような光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う場合、いかにしてエバネッセント光を含む情報記録光を各情報記録層に結像させるかが問題となる。

【0005】 本発明は、上述のような従来技術の問題に鑑みてなされたものであり、多層型の光情報記録媒体に対して高密度な光情報記録又は再生が可能な光ピックアップ装置、光ピックアップ装置用の集光光学系及び光情報記録再生方法を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】 請求項1に記載の光ピックアップ装置は、光源と、前記光源から出射された光束を、積層する複数の情報記録層を有する光情報記録媒体のいずれかの情報記録層に集光させる集光光学系とを有し、前記光情報記録媒体に対して情報の記録及び／又は再生を行う光ピックアップ装置において、前記集光光学系は、像側開口数1.0以上の光束を前記情報記録層に集光させることで、前記情報記録層に対して情報の記録又は再生を行うので、光情報記録媒体に対して高密度な光情報記録又は再生が可能となっている。尚、このような集光光学系としては、いわゆる固浸レンズ、SIL、SIM（後述）を含むが、これに限られない。

【0007】 従来の光ピックアップ装置の光学系では、

像側開口数 (NA: Numerical Aperture) 1.0以上を達成することは困難であった。その理由について説明する。像側開口数NAは、 $n \cdot \sin \theta$ (n は像空間の媒質の屈折率、 θ は像空間の媒質での最大錐角の半角)で定義されるが、光ピックアップ装置において、CDのような回転する記録媒体に対して情報の記録及び再生を行う場合、光学系と記録媒体との間に必ず空気層が介在し、その屈折率 n は1である。また、 $-1 \leq \sin \theta \leq 1$ であるため、NAは最大で1ということになり、実際の結像に際しては1より小さい値しか持ち得ることができない。

【0008】このように、光ピックアップ装置においては、光学系と光情報記録媒体との間に空気層が存在するとの前提にたった上で、像側開口数 (NA) が1以上を達成できれば、情報記録層におけるスポット径を微小化することができるため、光情報記録媒体の記録密度が向上し、記録媒体の小型化を図りつつも、より大容量の情報を記録又は再生することができる。又、複数の情報記録層を有する光情報記録媒体においては、体積記録密度の向上が図れる。

【0009】これに対し、本発明においては、像側開口数 (NA) が1以上を達成する光学系の例として、ニアフィールドの効果を用いた集光光学系を提供するものである。ここで、ニアフィールドの効果を用いた集光光学系の提供について説明する。図1は、本発明の集光光学系の一部を構成する最終光学素子 (略半球レンズ) の断面図である。略半球レンズHLに入射する光束は、第1の所定角度 θ_1 の範囲では透過し、記録媒体RMに照射される。しかしながら、第1の所定角度 θ_1 を超える光束に関しては、略半球レンズHLの下面で全反射されてしまい、その結果記録媒体RMに有効に照射されないとされている。

【0010】ここで、略半球レンズHLの下面で光が全反射する際に、エバネッセント光が記録媒体RMに向かって洩れ出すという現象がある。かかる現象をニアフィールド効果といい、洩れだした光をエバネッセント光Eと呼ぶ。エバネッセント光Eは、略半球レンズHLから出射されると距離が離れるに従って指数関数的に減衰するという特性を有する。従って、略半球レンズHLの下面と記録媒体RMの上面との間隔 Δ が大きければ、エバネッセント光Eは減衰してしまい、情報の記録又は再生に有効に用いることはできない。ところが、略半球レンズHLと記録媒体RMの上面との間隔 Δ を小さく (例えば、透過する光の光源波長以下に) 設定すると、エバネッセント光Eが減衰する前に、記録媒体RMに到達するので、これを情報の記録又は再生に用いることができる。すなわち、第1の所定角度 θ_1 を超えて第2の所定角度 θ_2 までの全反射する光束を用いて情報の記録又は再生を行うことで、像側開口数 (NA) が1.0以上の集光光学系を構成できるのである。尚、集光光学系は上

述した最終光学素子だけでなく、複数の光学素子から構成されていて良い。又、間隔 Δ は、情報の記録又は再生に使用する情報記録光の波長以下であると、エバネッセント光が減衰する前に有効に利用することができる。

【0011】請求項2に記載の光ピックアップ装置において、前記集光光学系は、前記光情報記録媒体と対向する最終光学素子を有し、前記最終光学素子の最終光学面は前記光情報記録媒体の表面と接触しているので、所定角度 θ_2 までの光束は略半球レンズHLの下面で全反射することなく透過し、情報の記録又は再生を行うことができる。

【0012】請求項3に記載の光ピックアップ装置において、前記集光光学系は、前記光情報記録媒体と対向する最終光学素子を有し、前記最終光学素子の最終光学面は前記光情報記録媒体の表面と前記光源の波長の4分の1以下の間隔を隔てて近接しているので、前記エバネッセント光Eを用いて、情報の記録又は再生を行うことができる。

【0013】請求項4に記載の光ピックアップ装置において、前記集光光学系は複数設けられ、各集光光学系はそれぞれ異なる前記情報記録層に対する情報の記録又は再生のために用いられるので、多層型の光情報記録媒体の各情報記録層に対して情報の記録又は再生を行う際に、各層に応じた収差補正などを独立に行うことができ、異なる情報記録層に対して情報の記録又は再生を行う際に、適切且つ迅速な情報の記録又は再生を行うことができる。

【0014】請求項5に記載の光ピックアップ装置において、積層された複数の情報記録層から記録又は再生すべき情報記録層を選択する選択手段を有し、前記選択手段により選択された情報記録層に対して情報の記録又は再生が行われるので、多層型の光情報記録媒体の各情報記録層に対して適切に情報の記録又は再生を行うことができる。

【0015】請求項6に記載の光ピックアップ装置において、前記集光光学系は、少なくとも2つの前記最終光学素子を有し、各最終光学素子はそれぞれ異なる前記情報記録層に対する情報の記録又は再生のために用いられ、前記選択手段が、複数の前記最終光学素子のいずれかを選択することで、選択された前記最終光学素子に対応する前記情報記録層に対して情報の記録又は再生が行われるので、各層に応じた収差補正などを独立に行うことができ、多層型の光情報記録媒体の各情報記録層に対して適切に情報の記録又は再生を行うことができる。

【0016】請求項7に記載の光ピックアップ装置において、前記選択手段は、情報の記録及び再生を行うべき積層された各情報記録層に応じて、光源の波長を変更するので、各情報記録層に対して光を照射するための集光光学系や、そこから反射する光の検出光学系を共通化することができ、簡素かつ省スペースを図れる構成なが

ら、適切且つ迅速な情報の記録又は再生を行うことができる。

【0017】請求項8に記載の光ピックアップ装置において、前記選択手段は、情報の記録及び再生を行うべき積層された各情報記録層に応じて、前記最終光学素子への入射光の発散度または収散度を変動させる少なくとも一つの光学素子を、前記最終光学素子の光源側に設けたので、各情報記録層に対して情報の記録又は再生を行う際における、収差補正などの光学設計上の自由度を広げることができる。前記最終光学素子への入射光の発散度または収散度を変動させる光学素子の例としては、ビームエキスパンダ、カップリングレンズ、屈折率変化液晶板等を含むが、これらに限られない。

【0018】請求項9に記載の光ピックアップ装置において、前記最終光学素子への入射光の発散度または収散度を変動させる前記光学素子は、正の屈折力を有する正レンズ群と、負の屈折力を有する負レンズ群とを有し、少なくともその一方のレンズ群は変移可能な可動要素となっているので、各情報記録層に対して情報の記録又は再生を行う際における、収差補正などを任意に行うことができる。

【0019】請求項10に記載の光ピックアップ装置において、前記最終光学素子への入射光の発散度または収散度を変動させる前記光学素子は、1枚の正レンズと、1枚の負レンズとからなり、少なくともその一方は変移可能な可動要素となっているので、各情報記録層に対して情報の記録又は再生を行う際における、収差補正など

$$\angle dP > \angle dN$$

ただし、

$\angle dP$: 前記正レンズ (群) を含む全正レンズの d 線のアップ数の平均

$\angle dN$: 前記負レンズ (群) を含む全負レンズの d 線のアップ数の平均

【0023】上記 (1) 式は、軸上色収差の補正に関する条件を示すものである。前記光源の発振波長の微小変動や温湿度変化等に起因して、前記最終光学素子の球面収差が変動した場合において、これを補正する手段を、例えば光軸方向に変移可能な光学要素を用いて構成したときは、かかる光学素子を適切な量だけ動かして、前記最終光学素子に入射する光束の発散度を最終光学素子の

$$\angle dP > 5.5$$

$$\angle dN < 3.5$$

【0025】上記 (2) (3) 式を満たすように、前記正レンズと前記負レンズのアップ数の差を大きくすれば、前記最終光学素子と逆極性の色収差をより大きく発生させることができるので、より良好に光情報記録再生光学系の軸上色収差を補正することができる。

【0026】請求項15に記載の光ピックアップ装置において、前記最終光学素子への入射光の発散度または収散度を変動させる前記光学素子は、屈折率分布の変更が

を任意に行うことができる。

【0020】請求項11に記載の光ピックアップ装置において、前記情報記録媒体は、前記最終光学素子からの距離が近い順に第1記録層と、第2記録層とを含み、前記第1記録層に対して記録又は再生を行う際には、前記第2記録層に対して情報を記録又は再生を行う場合よりも、前記負レンズ群と前記正レンズ群の間隔又は前記負レンズと前記正レンズとの間隔を増加させるので、前記第1記録層に対する入射光よりも、前記第2記録層に対する入射光の発散角を大きくしなければならないことに対応できる。

【0021】請求項12に記載の光ピックアップ装置において、前記最終光学素子への入射光の発散度または収散度を変動させる前記光学素子は、記録または再生を行うべき情報記録層において、情報の記録又は再生の妨げとなる球面収差又は軸上色収差を補正する。前記最終光学素子への入射光の発散度または収散度を変動させるような光学素子が、情報の記録又は再生を行うべき情報記録層の変更だけでなく、対象とする層の光学記録面において前記最終光学素子で発生する球面収差の変動と軸上色収差の補正をも担うことで、それらの収差を補正するための別の光学素子を用いる必要がなくなり、光学系のコンパクト化及び低コストを図れる。

【0022】請求項13に記載の光ピックアップ装置において、前記球面収差の変動と前記軸上色収差とを補正する光学素子は、次式を満たすものである。

(1)

球面収差が最小となるように変えることができる。しかるに、前記球面収差の変動を補正する手段における正レンズと負レンズの材料を、(1)式を満たすように選ぶことで、前記最終光学素子で発生する色収差とは逆極性の色収差を発生させることができる。従って、軸上色収差が打ち消しあうので前記球面収差の変動を補正する手段と前記最終光学素子とを透過して、光情報記録媒体上に焦点を結んだときの波面は、軸上色収差が小さく抑えられた状態となる。

【0024】請求項14に記載の光ピックアップ装置において、前記値 $\angle dP$ と前記値 $\angle dN$ が次式を満たすものである。

(2)

(3)

可能であるので、各情報記録層に対して、より適切に情報の記録又は再生を行うことができる。ここで、屈折率分布の変更が可能な素子とは、屈折率変化液晶板などというが、これに限られない。

【0027】請求項16に記載の光ピックアップ装置において、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、少なくとも一つの非球面光学面を有するので、かかる非球面光学面を用いて、前記光学系で発生す

る球面収差を補正することができる。

【0028】請求項17に記載の光ピックアップ装置において、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、輪帯状の回折構造を有する回折面を備えるので、かかる回折面を用いて軸上色収差を効果的に補正できるため、新たに軸上色収差補正用の光学素子などを設ける必要がなく、低コスト及び省スペースを可能とする。尚、回折面を備えた光学素子は、光学系が複数のレンズから構成される場合には、一つのレンズを含み、特に、光学系が正レンズまたは負レンズから構成される場合、その一方であることを含む。また、それらレンズ以外に別に設けられた光学素子であることも含む。

【0029】請求項18に記載の光ピックアップ装置において、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、比重2.0以下の材料から形成されているので、これにより軽量化を図ることができ、フォーカシング装置など可動要素の変移装置への負担を軽減できる。

【0030】請求項19に記載の光ピックアップ装置において、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、プラスチック材料から形成されているので、軽量化を図ることができ、フォーカシング装置など可動要素の変移装置への負担を軽減しつつ、回折構造または非球面の形成などの加工を容易に行うことができる。

【0031】請求項20に記載の光ピックアップ装置において、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、飽和吸水率が0.5%以下である材料から形成されているので、湿度変化時の性能劣化を抑えることができる。

【0032】請求項21に記載の光ピックアップ装置において、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、前記光源の発振波長の光に対して厚さ3mmにおける内部透過率が85%以上である材料から形成されているので、入射光の利用効率を向上させることができる。

【0033】請求項22に記載の光ピックアップ装置において、前記集光光学系は、前記光情報記録媒体の複数の情報記録層における像側開口数を規定するための、少なくとも2つの絞りを有するので、記録又は再生を行うべき各情報記録層ごとに情報記録光を規定する開口絞りを変えることができ、各情報記録層において所定の像側開口数(NA)での結像が行える。

【0034】請求項23に記載の光ピックアップ装置において、前記絞りのうち少なくとも一つは、前記最終光学素子と前記光情報記録媒体との間に位置する。例えば最終光学素子がカタディオプトリック光学系であった場合、前記最終光学素子の最終面は鏡面部分と収束光を透過させる透過部分とに分けられる。その際、透過部分を微小開口とし同時に絞りの役割を果たすようにすることで、入射光の利用効率を向上させることができ、なおかつ低コスト、小型化、軽量化を図ることができる。

【0035】請求項24に記載の光ピックアップ装置において、前記集光光学系の少なくとも一つの光学素子は、エッチングにより形成されているので、微少な光学素子を精度良く成形することができる。

【0036】請求項25の光ピックアップ装置は、光源と、前記光源から出射された光束を、積層する複数の情報記録層を有する光情報記録媒体のいずれかの情報記録層に集光させる集光光学系とを有し、前記光情報記録媒体に対して情報の記録及び／又は再生を行う光ピックアップ装置において、前記集光光学系は、前記光情報記録媒体に対して、前記光源の波長よりも小さい間隔を隔てて対向する最終光学素子を有し、前記集光光学系は、像側開口数1.0以上の光束を前記情報記録層に集光させることで、前記情報記録層に対して情報の記録又は再生を行うので、請求項1に記載の光ピックアップ装置と同様に、光情報記録媒体に対して高密度な光情報記録又は再生が可能となっている。又、前記光情報記録媒体と前記最終光学素子の間に空気間隔を設けることができるため、前記光情報記録媒体を例えばCDのごとき円形回転ディスクとすることができ、情報の記録及び／又は再生を高速化することができるとともに、前記光情報記録媒体を取り扱いに優れたリムーバブルなものとすることができる。

【0037】請求項26に記載の光ピックアップ装置は、前記集光光学系は、前記光情報記録媒体と対向する最終光学素子を有し、前記最終光学素子の最終光学面は前記光情報記録媒体の表面と前記光源の波長の4分の1以下の間隔を隔てて近接していることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項3に記載の発明と同様である。

【0038】請求項27に記載の光ピックアップ装置は、前記集光光学系は複数設けられ、各集光光学系はそれぞれ異なる前記情報記録層に対する情報の記録又は再生のために用いられることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項4に記載の発明と同様である。

【0039】請求項28に記載の光ピックアップ装置は、積層された複数の情報記録層から記録又は再生すべき情報記録層を選択する選択手段を有し、前記選択手段により選択された情報記録層に対して情報の記録又は再生が行われることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項5に記載の発明と同様である。

【0040】請求項29に記載の光ピックアップ装置は、前記集光光学系は、少なくとも2つの前記最終光学素子を有し、各最終光学素子はそれぞれ異なる前記情報記録層に対する情報の記録又は再生のために用いられ、前記選択手段が、複数の前記最終光学素子のいずれかを選択することで、選択された前記最終光学素子に対応する前記情報記録層に対して情報の記録又は再生が行われることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項6に記載の発明と同様である。

【0041】請求項30に記載の光ピックアップ装置は、前記選択手段は、情報の記録及び再生を行うべき積層された各情報記録層に応じて、光源の波長を変更することを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項7に記載の発明と同様である。

【0042】請求項31に記載の光ピックアップ装置は、前記選択手段は、情報の記録及び再生を行うべき積層された各情報記録層に応じて、前記最終光学素子への入射光の発散度または収斂度を変動させる少なくとも一つの光学素子を、前記最終光学素子の光源側に設けたことを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項8に記載の発明と同様である。

【0043】請求項32に記載の光ピックアップ装置は、前記最終光学素子への入射光の発散度または収斂度を変動させる前記光学素子は、正の屈折力を有する正レンズ群と、負の屈折力を有する負レンズ群とを有し、少なくともその一方のレンズ群は変移可能な可動要素となっていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項9に記載の発明と同様である。

【0044】請求項33に記載の光ピックアップ装置は、前記最終光学素子への入射光の発散度または収斂度を変動させる前記光学素子は、1枚の正レンズと、1枚

$$\angle dP > \angle dN$$

ただし、

$\angle dP$ ：前記正レンズ（群）を含む全正レンズのd線のアッペ数の平均

$\angle dN$ ：前記負レンズ（群）を含む全負レンズのd線のアッペ数の平均

$$\angle dP > 55$$

$$\angle dN < 35$$

かかる発明の作用効果は、請求項14に記載の発明と同様である。

【0049】請求項38に記載の光ピックアップ装置は、前記最終光学素子への入射光の発散度または収斂度を変動させる前記光学素子は、屈折率分布の変更が可能であることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項15に記載の発明と同様である。

【0050】請求項39に記載の光ピックアップ装置は、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、少なくとも一つの非球面光学面を有することを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項16に記載の発明と同様である。

【0051】請求項40に記載の光ピックアップ装置は、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、輪帯状の回折構造を有する回折面を備えることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項17に記載の発明と同様である。

【0052】請求項41に記載の光ピックアップ装置は、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、比重2.0以下の材料から形成されていることを

負レンズとからなり、少なくともその一方は変移可能な可動要素となっていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項10に記載の発明と同様である。

【0045】請求項34に記載の光ピックアップ装置は、前記情報記録媒体は、前記最終光学素子からの距離が近い順に第1記録層と、第2記録層とを含み、前記第1記録層に対して記録又は再生を行う際には、前記第2記録層に対して情報を記録又は再生を行う場合よりも、前記負レンズ群と前記正レンズ群の間隔又は前記負レンズと前記正レンズとの間隔を増加させることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項11に記載の発明と同様である。

【0046】請求項35に記載の光ピックアップ装置は、前記最終光学素子への入射光の発散度または収斂度を変動させる前記光学素子は、記録または再生を行うべき情報記録層において、情報の記録又は再生の妨げとなる球面収差又は軸上色収差を補正することを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項12に記載の発明と同様である。

【0047】請求項36に記載の光ピックアップ装置は、前記球面収差の変動と前記軸上色収差とを補正する光学素子は、次式を満たすことを特徴とする。

(1)

かかる発明の作用効果は、請求項13に記載の発明と同様である。

【0048】請求項37に記載の光ピックアップ装置は、前記値 $\angle dP$ と前記値 $\angle dN$ が次式を満たすことを特徴とする。

(2)

(3)

特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項18に記載の発明と同様である。

【0053】請求項42に記載の光ピックアップ装置は、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、プラスチック材料から形成されていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項19に記載の発明と同様である。

【0054】請求項43に記載の光ピックアップ装置は、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、飽和吸水率が0.5%以下である材料から形成されていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項20に記載の発明と同様である。

【0055】請求項44に記載の光ピックアップ装置は、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、前記光源の発振波長の光に対して厚さ3mmにおける内部透過率が85%以上である材料から形成されていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項21に記載の発明と同様である。

【0056】請求項45に記載の光ピックアップ装置は、前記集光光学系は、前記光情報記録媒体の複数の情

報記録層における像側開口数を規定するための、少なくとも2つの絞りを有することを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項22に記載の発明と同様である。

【0057】請求項46に記載の光ピックアップ装置は、前記絞りのうち少なくとも一つは、前記最終光学素子と前記光情報記録媒体との間に位置することを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項23に記載の発明と同様である。

【0058】請求項47に記載の光ピックアップ装置は、前記集光光学系の少なくとも一つの光学素子は、エッチングにより形成されていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項24に記載の発明と同様である。

【0059】請求項48に記載の光ピックアップ装置は、光源と、前記光源から射出された光束を、積層する複数の情報記録層を有する光情報記録媒体のいずれかの情報記録層に集光させる集光光学系とを有し、前記光情報記録媒体に対して情報の記録及び／又は再生を行う光ピックアップ装置において、前記光情報記録媒体は、前記集光光学系側に最も近い情報記録層上に、前記光源の波長よりも大きい厚さの透明基板を有し、前記集光光学系は、前記光情報記録媒体に対して、前記光源の波長よりも小さい間隔を隔てて対向する最終光学素子を有し、前記集光光学系は、像側開口数1.0以上の光束を、前記透明基板を介して前記情報記録層に集光させることで、前記情報記録層に対して情報の記録又は再生を行うことを特徴とする。

【0060】上述したニアフィールドの効果を有した場合における一つの問題は、集光光学系の最終光学素子と光情報記録媒体の間隔を、使用する光源の波長以下に設定する必要がある。しかしながら、リムーバブルな記録媒体の場合には、ユーザーが取り扱う場合のキズや塵埃などの影響を考慮して、情報記録面上に保護層を設けるのが一般的である。かかる保護層の厚さは、使用する光源の波長以上あることが多い。

【0061】そこで、本発明においては、広義のニアフィールドの効果を有して、情報の記録又は再生を行うことを考える。より具体的に説明すると、上述したようにエバネッセント光は、最終光学素子から離れるに連れ指数関数的に減衰する性質を有するが、その光路に透明基板（図1でTPとした）を配置すると、そこに入射したエバネッセント光は、再び伝播光となり、透明基板中を通常の光として伝播する性質も有する。これを広義のニアフィールドの効果という。本発明においては、かかる性質を利用し、前記最終光学素子から射出したエバネッセント光を透明基板でとらえ伝播光とすることで、最終光学素子の最終光学面から光源の波長以上遠くにある情報記録層に対しても情報の記録又は再生が行えるのである。尚、光情報記録媒体において、情報記録面を覆う透明な保護層が設けられていることが多いが、かかる保護

層は、本発明の透明基板としての機能を発揮できる。従って、前記最終光学素子と前記光情報記録媒体の保護層の表面との間隔 Δ を、情報記録光の波長以下とすればよい。ここで透明基板とは、光を透過可能な層であれば、着色されていても良く、また板状でなくても良い。

【0062】請求項49に記載の光ピックアップ装置は、前記最終光学素子の最終光学面は前記光情報記録媒体の表面と前記光源の波長の4分の1以下の間隔を隔てて近接していることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項3に記載の発明と同様である。

【0063】請求項50に記載の光ピックアップ装置は、前記集光光学系は複数設けられ、各集光光学系はそれぞれ異なる前記情報記録層に対する情報の記録又は再生のために用いられることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項4に記載の発明と同様である。

【0064】請求項51に記載の光ピックアップ装置は、積層された複数の情報記録層から記録又は再生すべき情報記録層を選択する選択手段を有し、前記選択手段により選択された情報記録層に対して情報の記録又は再生が行われることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項5に記載の発明と同様である。

【0065】請求項52に記載の光ピックアップ装置は、前記集光光学系は、少なくとも2つの前記最終光学素子を有し、各最終光学素子はそれぞれ異なる前記情報記録層に対する情報の記録又は再生のために用いられ、前記選択手段が、複数の前記最終光学素子のいずれかを選択することで、選択された前記最終光学素子に対応する前記情報記録層に対して情報の記録又は再生が行われることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項6に記載の発明と同様である。

【0066】請求項53に記載の光ピックアップ装置は、前記選択手段は、情報の記録及び再生を行うべき積層された各情報記録層に応じて、光源の波長を変更することを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項7に記載の発明と同様である。

【0067】請求項54に記載の光ピックアップ装置は、前記選択手段は、情報の記録及び再生を行うべき積層された各情報記録層に応じて、前記最終光学素子への入射光の発散度または収束度を変動させる少なくとも一つの光学素子を、前記最終光学素子の光源側に設けたことを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項8に記載の発明と同様である。

【0068】請求項55に記載の光ピックアップ装置は、前記最終光学素子への入射光の発散度または収束度を変動させる前記光学素子は、正の屈折力を有する正レンズ群と、負の屈折力を有する負レンズ群とを有し、少なくともその一方のレンズ群は変移可能な可動要素となっていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項9に記載の発明と同様である。

【0069】請求項56に記載の光ピックアップ装置

は、前記最終光学素子への入射光の発散度または収斂度を変動させる前記光学素子は、1枚の正レンズと、1枚の負レンズとからなり、少なくともその一方は変移可能な可動要素となっていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項10に記載の発明と同様である。

【0070】請求項57に記載の光ピックアップ装置は、前記情報記録媒体は、前記最終光学素子からの距離が近い順に第1記録層と、第2記録層とを含み、前記第1記録層に対して記録又は再生を行う際には、前記第2記録層に対して情報を記録又は再生を行う場合よりも、前記負レンズ群と前記正レンズ群の間隔又は前記負レンズと前記正レンズとの間隔を増加させることを特徴とする。
 $\Delta dP > \Delta dN$

ただし、

ΔdP ：前記正レンズ（群）を含む全正レンズのd線のアッペ数の平均

ΔdN ：前記負レンズ（群）を含む全負レンズのd線のアッペ数の平均

$$\Delta dP > 55$$

$$\Delta dN < 35$$

かかる発明の作用効果は、請求項14に記載の発明と同様である。

【0074】請求項61に記載の光ピックアップ装置は、前記最終光学素子への入射光の発散度または収斂度を変動させる前記光学素子は、屈折率分布の変更が可能であることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項15に記載の発明と同様である。

【0075】請求項62に記載の光ピックアップ装置は、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、少なくとも一つの非球面光学面を有することを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項16に記載の発明と同様である。

【0076】請求項63に記載の光ピックアップ装置は、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、輪帯状の回折構造を有する回折面を備えることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項17に記載の発明と同様である。

【0077】請求項64に記載の光ピックアップ装置は、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、比重2.0以下の材料から形成されていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項18に記載の発明と同様である。

【0078】請求項65に記載の光ピックアップ装置は、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、プラスチック材料から形成されていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項19に記載の発明と同様である。

【0079】請求項66に記載の光ピックアップ装置は、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、飽和吸水率が0.5%以下である材料から形成さ

る。かかる発明の作用効果は、請求項11に記載の発明と同様である。

【0071】請求項58に記載の光ピックアップ装置は、前記最終光学素子への入射光の発散度または収斂度を変動させる前記光学素子は、記録または再生を行うべき情報記録層において、情報の記録又は再生の妨げとなる球面収差又は軸上色収差を補正することを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項12に記載の発明と同様である。

【0072】請求項59に記載の光ピックアップ装置は、前記球面収差の変動と前記軸上色収差とを補正する光学素子は、次式を満たすことを特徴とする。

(1)

かかる発明の作用効果は、請求項13に記載の発明と同様である。

【0073】請求項60に記載の光ピックアップ装置は、前記値 ΔdP と前記値 ΔdN が次式を満たすことを特徴とする。

(2)

(3)

れていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項20に記載の発明と同様である。

【0080】請求項67に記載の光ピックアップ装置は、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、前記光源の発振波長の光に対して厚さ3mmにおける内部透過率が85%以上である材料から形成されていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項21に記載の発明と同様である。

【0081】請求項68に記載の光ピックアップ装置は、前記集光光学系は、前記光情報記録媒体の複数の情報記録層における像側開口数を規定するための、少なくとも2つの絞りを有することを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項22に記載の発明と同様である。

【0082】請求項69に記載の光ピックアップ装置は、前記絞りのうち少なくとも一つは、前記最終光学素子と前記光情報記録媒体との間に位置することを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項23に記載の発明と同様である。

【0083】請求項70に記載の光ピックアップ装置は、前記集光光学系の少なくとも一つの光学素子は、エッチングにより形成されていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項24に記載の発明と同様である。

【0084】請求項71に記載の光ピックアップ装置は、光源と、前記光源から出射された光束を、積層する複数の情報記録層を有する光情報記録媒体のいずれかの情報記録層に集光させる集光光学系とを有し、前記光情報記録媒体に対して情報の記録及び／又は再生を行う光ピックアップ装置において、前記光源と前記集光光学系の最終光学素子との間に、情報の記録または再生を行う

べき前記情報記録層の変更を行う光学素子を設けたので、簡素且つ低コストな構成で、多層型の光情報記録媒体の各情報記録層に適切に情報記録光を照射することが可能となる。

【0085】請求項72に記載の光ピックアップ装置は、前記情報の記録または再生を行うべき前記情報記録層の変更を行う光学素子は、前記最終光学素子への入射光の発散度または収斂度を変動させることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項8に記載の発明と同様である。

【0086】請求項73に記載の光ピックアップ装置は、前記最終光学素子への入射光の発散度または収斂度を変動させる前記光学素子は、正の屈折力を有する正レンズ群と、負の屈折力を有する負レンズ群とを有し、少なくともその一方のレンズ群は変移可能な可動要素となっていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項9に記載の発明と同様である。

【0087】請求項74に記載の光ピックアップ装置は、前記最終光学素子への入射光の発散度または収斂度を変動させる前記光学素子は、1枚の正レンズと、1枚の負レンズとからなり、少なくともその一方は変移可能

$$\text{rdP} > \text{rdN}$$

ただし、

rdP：前記正レンズ（群）を含む全正レンズのd線のアップ数の平均

rdN：前記負レンズ（群）を含む全負レンズのd線のアップ数の平均

$$\text{rdP} > 55$$

$$\text{rdN} < 35$$

かかる発明の作用効果は、請求項14に記載の発明と同様である。

【0092】請求項79に記載の光ピックアップ装置は、前記最終光学素子への入射光の発散度または収斂度を変動させる前記光学素子は、屈折率分布の変更が可能であることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項15に記載の発明と同様である。

【0093】請求項80に記載の光ピックアップ装置は、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、少なくとも一つの非球面光学面を有することを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項16に記載の発明と同様である。

【0094】請求項81に記載の光ピックアップ装置は、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、輪帯状の回折構造を有する回折面を備えることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項17に記載の発明と同様である。

【0095】請求項82に記載の光ピックアップ装置は、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、比重2.0以下の材料から形成されていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項18に記

な可動要素となっていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項10に記載の発明と同様である。

【0088】請求項75に記載の光ピックアップ装置は、前記情報記録媒体は、前記最終光学素子からの距離が近い順に第1記録層と、第2記録層とを含み、前記第1記録層に対して記録又は再生を行う際には、前記第2記録層に対して情報を記録又は再生を行う場合よりも、前記負レンズ群と前記正レンズ群の間隔又は前記負レンズと前記正レンズとの間隔を増加させることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項11に記載の発明と同様である。

【0089】請求項76に記載の光ピックアップ装置は、前記最終光学素子への入射光の発散度または収斂度を変動させる前記光学素子は、記録または再生を行うべき情報記録層において、情報の記録又は再生の妨げとなる球面収差又は軸上色収差を補正することを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項12に記載の発明と同様である。

【0090】請求項77に記載の光ピックアップ装置は、前記球面収差の変動と前記軸上色収差とを補正する光学素子は、次式を満たすことを特徴とする。

$$(1)$$

かかる発明の作用効果は、請求項13に記載の発明と同様である。

【0091】請求項78に記載の光ピックアップ装置は、前記値rdPと前記値rdNが次式を満たすことを特徴とする。

$$(2)$$

$$(3)$$

載の発明と同様である。

【0096】請求項83に記載の光ピックアップ装置は、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、プラスチック材料から形成されていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項19に記載の発明と同様である。

【0097】請求項84に記載の光ピックアップ装置は、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、飽和吸水率が0.5%以下である材料から形成されていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項20に記載の発明と同様である。

【0098】請求項85に記載の光ピックアップ装置は、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、前記光源の発振波長の光に対して厚さ3mmにおける内部透過率が85%以上である材料から形成されていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項21に記載の発明と同様である。

【0099】請求項86に記載の光ピックアップ装置は、前記集光光学系は、前記光情報記録媒体の複数の情報記録層における像側開口数を規定するための、少なくとも2つの絞りを有することを特徴とする。かかる発明

の作用効果は、請求項22に記載の発明と同様である。

【0100】請求項87に記載の光ピックアップ装置は、前記絞りのうち少なくとも一つは、前記最終光学素子と前記光情報記録媒体との間に位置することを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項23に記載の発明と同様である。

【0101】請求項88に記載の光ピックアップ装置は、前記集光光学系の少なくとも一つの光学素子は、エッチングにより形成されていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項24に記載の発明と同様である。

【0102】請求項89に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、光源と、前記光源から出射された光束を、積層する複数の情報記録層を有する光情報記録媒体のいずれかの情報記録層に集光させる集光光学系とを有し、前記光情報記録媒体に対して情報の記録及び／又は再生を行う光ピックアップ装置の集光光学系において、前記集光光学系は、像側開口数1.0以上の光束を前記情報記録層に集光させることで、前記情報記録層に対して情報の記録又は再生を行うことを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項1に記載の発明と同様である。

【0103】請求項90に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記集光光学系は、前記光情報記録媒体と対向する最終光学素子を有し、前記最終光学素子の最終光学面は前記光情報記録媒体の表面と接触していることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項2に記載の発明と同様である。

【0104】請求項91に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記集光光学系は、前記光情報記録媒体と対向する最終光学素子を有し、前記最終光学素子の最終光学面は前記光情報記録媒体の表面と前記光源の波長の4分の1以下の間隔を隔てて近接していることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項3に記載の発明と同様である。

【0105】請求項92に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記集光光学系は複数設けられ、各集光光学系はそれぞれ異なる前記情報記録層に対する情報の記録又は再生のために用いられることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項4に記載の発明と同様である。

【0106】請求項93に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、積層された複数の情報記録層から記録又は再生すべき情報記録層を選択する選択手段を有し、前記選択手段により選択された情報記録層に対して情報の記録又は再生が行われることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項5に記載の発明と同様である。

【0107】請求項94に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記集光光学系は、少なくとも2つの前記最終光学素子を有し、各最終光学素子はそれぞれ異なる

前記情報記録層に対する情報の記録又は再生のために用いられ、前記選択手段が、複数の前記最終光学素子のいずれかを選択することで、選択された前記最終光学素子に対応する前記情報記録層に対して情報の記録又は再生が行われることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項6に記載の発明と同様である。

【0108】請求項95に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記選択手段は、情報の記録及び再生を行うべき積層された各情報記録層に応じて、光源の波長を変更することを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項7に記載の発明と同様である。

【0109】請求項96に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記選択手段は、情報の記録及び再生を行うべき積層された各情報記録層に応じて、前記最終光学素子への入射光の発散度または収束度を変動させる少なくとも一つの光学素子を、前記最終光学素子の光源側に設けたことを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項8に記載の発明と同様である。

【0110】請求項97に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記最終光学素子への入射光の発散度または収束度を変動させる前記光学素子は、正の屈折力を有する正レンズ群と、負の屈折力を有する負レンズ群とを有し、少なくともその一方のレンズ群は変移可能な可動要素となっていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項9に記載の発明と同様である。

【0111】請求項98に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記最終光学素子への入射光の発散度または収束度を変動させる前記光学素子は、1枚の正レンズと、1枚の負レンズとからなり、少なくともその一方は変移可能な可動要素となっていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項10に記載の発明と同様である。

【0112】請求項99に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記情報記録媒体は、前記最終光学素子からの距離が近い順に第1記録層と、第2記録層とを含み、前記第1記録層に対して記録又は再生を行う際には、前記第2記録層に対して情報を記録又は再生を行う場合よりも、前記負レンズ群と前記正レンズ群の間隔又は前記負レンズと前記正レンズとの間隔を増加させることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項11に記載の発明と同様である。

【0113】請求項100に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記最終光学素子への入射光の発散度または収束度を変動させる前記光学素子は、記録または再生を行うべき情報記録層において、情報の記録又は再生の妨げとなる球面収差又は軸上色収差を補正することを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項12に記載の発明と同様である。

【0114】請求項101に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記球面収差の変動と前記軸上色収差

とを補正する光学素子は、次式を満たすことを特徴とす

$$\text{rdP} > \text{rdN}$$

ただし、

rdP：前記正レンズ（群）を含む全正レンズのd線の
アッペ数の平均

rdN：前記負レンズ（群）を含む全負レンズのd線の
アッペ数の平均

$$\text{rdP} > 55$$

$$\text{rdN} < 35$$

かかる発明の作用効果は、請求項14に記載の発明と同様である。

【0116】請求項103に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記最終光学素子への入射光の発散度または収斂度を変動させる前記光学素子は、屈折率分布の変更が可能であることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項15に記載の発明と同様である。

【0117】請求項104に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、少なくとも一つの非球面光学面を有することを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項16に記載の発明と同様である。

【0118】請求項105に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、輪帯状の回折構造を有する回折面を備えることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項17に記載の発明と同様である。

【0119】請求項106に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、比重2.0以下の材料から形成されていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項18に記載の発明と同様である。

【0120】請求項107に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、プラスチック材料から形成されていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項19に記載の発明と同様である。

【0121】請求項108に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、飽和吸水率が0.5%以下である材料から形成されていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項20に記載の発明と同様である。

【0122】請求項109に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、前記光源の発振波長の光に対して厚さ3mmにおける内部透過率が85%以上である材料から形成されていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項21に記載の発明と同様である。

【0123】請求項110に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記集光光学系は、前記光情報記録媒体の複数の情報記録層における像側開口数を規定するた

る。

(1)

かかる発明の作用効果は、請求項13に記載の発明と同様である。

【0115】請求項102に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記値rdPと前記値rdNが次式を満たすことを特徴とする。

(2)

(3)

めの、少なくとも2つの絞りを有することを特徴とす

る。かかる発明の作用効果は、請求項22に記載の発明と同様である。

【0124】請求項111に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記絞りのうち少なくとも一つは、前記最終光学素子と前記光情報記録媒体との間に位置することを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項23に記載の発明と同様である。

【0125】請求項112に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記集光光学系の少なくとも一つの光学素子は、エッチングにより形成されていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項24に記載の発明と同様である。

【0126】請求項113に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、光源と、前記光源から出射された光束を、積層する複数の情報記録層を有する光情報記録媒体のいずれかの情報記録層に集光させる集光光学系とを有し、前記光情報記録媒体に対して情報の記録及び／又は再生を行う光ピックアップ装置の集光光学系において、前記集光光学系は、前記光情報記録媒体に対して、前記光源の波長よりも小さい間隔を隔てて対向する最終光学素子を有し、前記集光光学系は、像側開口数1.0以上の光束を前記情報記録層に集光させることで、前記情報記録層に対して情報の記録又は再生を行うことを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項25に記載の発明と同様である。

【0127】請求項114に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記集光光学系は、前記光情報記録媒体と対向する最終光学素子を有し、前記最終光学素子の最終光学面は前記光情報記録媒体の表面と前記光源の波長の4分の1以下の間隔を隔てて近接していることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項3に記載の発明と同様である。

【0128】請求項115に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記集光光学系は複数設けられ、各集光光学系はそれぞれ異なる前記情報記録層に対する情報の記録又は再生のために用いられることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項4に記載の発明と同様である。

【0129】請求項116に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、積層された複数の情報記録層から記録

又は再生すべき情報記録層を選択する選択手段を有し、前記選択手段により選択された情報記録層に対して情報の記録又は再生が行われることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項5に記載の発明と同様である。

【0130】請求項117に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記集光光学系は、少なくとも2つの前記最終光学素子を有し、各最終光学素子はそれぞれ異なる前記情報記録層に対する情報の記録又は再生のために用いられ、前記選択手段が、複数の前記最終光学素子のいずれかを選択することで、選択された前記最終光学素子に対応する前記情報記録層に対して情報の記録又は再生が行われることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項6に記載の発明と同様である。

【0131】請求項118に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記選択手段は、情報の記録及び再生を行うべき積層された各情報記録層に応じて、光源の波長を変更することを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項7に記載の発明と同様である。

【0132】請求項119に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記選択手段は、情報の記録及び再生を行うべき積層された各情報記録層に応じて、前記最終光学素子への入射光の発散度または収斂度を変動させる少なくとも一つの光学素子を、前記最終光学素子の光源側に設けたことを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項8に記載の発明と同様である。

【0133】請求項120に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記最終光学素子への入射光の発散度または収斂度を変動させる前記光学素子は、正の屈折力を有する正レンズ群と、負の屈折力を有する負レンズ群とを有し、少なくともその一方のレンズ群は変移可能な

$$\angle dP > \angle dN$$

ただし、

$\angle dP$ ：前記正レンズ（群）を含む全正レンズのd線のアップベアの平均

$\angle dN$ ：前記負レンズ（群）を含む全負レンズのd線のアップベアの平均

$$\angle dP > 55$$

$$\angle dN < 35$$

かかる発明の作用効果は、請求項14に記載の発明と同様である。

【0139】請求項126に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記最終光学素子への入射光の発散度または収斂度を変動させる前記光学素子は、屈折率分布の変更が可能であることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項15に記載の発明と同様である。

【0140】請求項127に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、少なくとも一つの非球面光学面を有することを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項16に記載の発明と同様である。

可動要素となっていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項9に記載の発明と同様である。

【0134】請求項121に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記最終光学素子への入射光の発散度または収斂度を変動させる前記光学素子は、1枚の正レンズと、1枚の負レンズとからなり、少なくともその一方は変移可能な可動要素となっていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項10に記載の発明と同様である。

【0135】請求項122に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記情報記録媒体は、前記最終光学素子からの距離に近い順に第1記録層と、第2記録層とを含み、前記第1記録層に対して記録又は再生を行う際には、前記第2記録層に対して情報を記録又は再生を行う場合よりも、前記負レンズ群と前記正レンズ群の間隔又は前記負レンズと前記正レンズとの間隔を増加させることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項11に記載の発明と同様である。

【0136】請求項123に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記最終光学素子への入射光の発散度または収斂度を変動させる前記光学素子は、記録または再生を行うべき情報記録層において、情報の記録又は再生の妨げとなる球面収差又は軸上色収差を補正することを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項12に記載の発明と同様である。

【0137】請求項124に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記球面収差の変動と前記軸上色収差とを補正する光学素子は、次式を満たすことを特徴とする。

(1)

かかる発明の作用効果は、請求項13に記載の発明と同様である。

【0138】請求項125に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記値 $\angle dP$ と前記値 $\angle dN$ が次式を満たすことを特徴とする。

(2)

(3)

【0141】請求項128に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、輪帯状の回折構造を有する回折面を備えることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項17に記載の発明と同様である。

【0142】請求項129に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、比重2.0以下の材料から形成されていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項18に記載の発明と同様である。

【0143】請求項130に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記集光光学系を構成する少なくとも

一つの光学素子は、プラスチック材料から形成されていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項19に記載の発明と同様である。

【0144】請求項131に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、飽和吸水率が0.5%以下である材料から形成されていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項20に記載の発明と同様である。

【0145】請求項132に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、前記光源の発振波長の光に対して厚さ3mmにおける内部透過率が85%以上である材料から形成されていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項21に記載の発明と同様である。

【0146】請求項133に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記集光光学系が、前記光情報記録媒体の複数の情報記録層における像側開口数を規定するための、少なくとも2つの絞りを有することを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項22に記載の発明と同様である。

【0147】請求項134に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記絞りのうち少なくとも一つは、前記最終光学素子と前記光情報記録媒体との間に位置することを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項23に記載の発明と同様である。

【0148】請求項135に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記集光光学系の少なくとも一つの光学素子は、エッチングにより形成されていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項24に記載の発明と同様である。

【0149】請求項136に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、光源と、前記光源から出射された光束を、積層する複数の情報記録層を有する光情報記録媒体のいずれかの情報記録層に集光させる集光光学系とを有し、前記光情報記録媒体に対して情報の記録及び／又は再生を行う光ピックアップ装置の集光光学系において、前記光情報記録媒体は、前記集光光学系側に最も近い情報記録層上に、前記光源の波長よりも大きい厚さの透明基板を有し、前記集光光学系は、前記光情報記録媒体に対して、前記光源の波長よりも小さい間隔を隔てて対向する最終光学素子を有し、前記集光光学系は、像側開口数1.0以上の光束を、前記透明基板を介して前記情報記録層に集光させることで、前記情報記録層に対して情報の記録又は再生を行うことを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項48に記載の発明と同様である。

【0150】請求項137に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記最終光学素子の最終光学面は前記光情報記録媒体の表面と前記光源の波長の4分の1以下の間隔を隔てて近接していることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項3に記載の発明と同様であ

る。

【0151】請求項138に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記集光光学系が複数設けられ、各集光光学系はそれぞれ異なる前記情報記録層に対する情報の記録又は再生のために用いられることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項4に記載の発明と同様である。

【0152】請求項139に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、積層された複数の情報記録層から記録又は再生すべき情報記録層を選択する選択手段を有し、前記選択手段により選択された情報記録層に対して情報の記録又は再生が行われることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項5に記載の発明と同様である。

【0153】請求項140に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記集光光学系が複数設けられ、各集光光学系はそれぞれ異なる前記情報記録層に対する情報の記録又は再生のために用いられ、前記選択手段が、複数の前記最終光学素子のいずれかを選択することで、選択された前記最終光学素子に対応する前記情報記録層に対して情報の記録又は再生が行われることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項6に記載の発明と同様である。

【0154】請求項141に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記選択手段は、情報の記録及び再生を行うべき積層された各情報記録層に応じて、光源の波長を変更することを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項7に記載の発明と同様である。

【0155】請求項142に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記選択手段は、情報の記録及び再生を行うべき積層された各情報記録層に応じて、前記最終光学素子への入射光の発散度または収斂度を変動させる少なくとも一つの光学素子を、前記最終光学素子の光源側に設けたことを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項8に記載の発明と同様である。

【0156】請求項143に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記最終光学素子への入射光の発散度または収斂度を変動させる前記光学素子は、正の屈折力を有する正レンズ群と、負の屈折力を有する負レンズ群とを有し、少なくともその一方のレンズ群は変移可能な可動要素となっていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項9に記載の発明と同様である。

【0157】請求項144に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記最終光学素子への入射光の発散度または収斂度を変動させる前記光学素子は、1枚の正レンズと、1枚の負レンズとからなり、少なくともその一方は変移可能な可動要素となっていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項10に記載の発明と同様である。

【0158】請求項145に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記情報記録媒体は、前記最終光学素

子からの距離が近い順に第1記録層と、第2記録層とを含み、前記第1記録層に対して記録又は再生を行う際には、前記第2記録層に対して情報を記録又は再生を行う場合よりも、前記負レンズ群と前記正レンズ群の間隔又は前記負レンズと前記正レンズとの間隔を増加させることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項11に記載の発明と同様である。

【0159】請求項146に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記最終光学素子への入射光の発散度

$$\angle dP > \angle dN$$

ただし、

$\angle dP$ ：前記正レンズ（群）を含む全正レンズのd線のアッペ数の平均

$\angle dN$ ：前記負レンズ（群）を含む全負レンズのd線のアッペ数の平均

記値 $\angle dN$ が次式を満たすことを特徴とする。

$$\angle dP > 55$$

$\angle dN < 35$ かかる発明の作用効果は、請求項14に記載の発明と同様である。

【0162】請求項149に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記最終光学素子への入射光の発散度または収斂度を変動させる前記光学素子は、屈折率分布の変更が可能であることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項15に記載の発明と同様である。

【0163】請求項150に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、少なくとも一つの非球面光学面を有することを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項16に記載の発明と同様である。

【0164】請求項151に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、輪帯状の回折構造を有する回折面を備えることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項17に記載の発明と同様である。

【0165】請求項152に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、比重2.0以下の材料から形成されていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項18に記載の発明と同様である。

【0166】請求項153に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、プラスチック材料から形成されていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項19に記載の発明と同様である。

【0167】請求項154に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、飽和吸水率が0.5%以下である材料から形成されていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項20に記載の発明と同様である。

【0168】請求項155に記載の光ピックアップ装置

または収斂度を変動させる前記光学素子は、記録または再生を行うべき情報記録層において、情報の記録又は再生の妨げとなる球面収差又は軸上色収差を補正することとを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項12に記載の発明と同様である。

【0160】請求項147に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記球面収差の変動と前記軸上色収差とを補正する光学素子は、次式を満たすことを特徴とする。

(1)

かかる発明の作用効果は、請求項13に記載の発明と同様である。

【0161】請求項148に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記値 $\angle dP$ と前

(2)

(3)

の集光光学系は、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、前記光源の発振波長の光に対して厚さ3mmにおける内部透過率が85%以上である材料から形成されていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項21に記載の発明と同様である。

【0169】請求項156に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記集光光学系は、前記光情報記録媒体の複数の情報記録層における像側開口数を規定するための、少なくとも2つの絞りを有することを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項22に記載の発明と同様である。

【0170】請求項157に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記絞りのうち少なくとも一つは、前記最終光学素子と前記光情報記録媒体との間に位置することを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項23に記載の発明と同様である。

【0171】請求項158に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記集光光学系の少なくとも一つの光学素子は、エッチングにより形成されていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項24に記載の発明と同様である。

【0172】請求項159に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、光源と、前記光源から出射された光束を、積層する複数の情報記録層を有する光情報記録媒体のいずれかの情報記録層に集光させる集光光学系とを有し、前記光情報記録媒体に対して情報の記録及び／又は再生を行う光ピックアップ装置の集光光学系において、前記光源と前記集光光学系の最終光学素子との間に、情報の記録または再生を行うべき前記情報記録層の変更を行う光学素子を設けたことを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項71に記載の発明と同様である。

【0173】請求項160に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記情報の記録または再生を行うべき

前記情報記録層の変更を行う光学素子は、前記最終光学素子への入射光の発散度または収散度を変動させることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項8に記載の発明と同様である。

【0174】請求項161に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記最終光学素子への入射光の発散度または収散度を変動させる前記光学素子は、正の屈折力を有する正レンズ群と、負の屈折力を有する負レンズ群とを有し、少なくともその一方のレンズ群は変移可能な可動要素となっていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項9に記載の発明と同様である。

【0175】請求項162に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記最終光学素子への入射光の発散度または収散度を変動させる前記光学素子は、1枚の正レンズと、1枚の負レンズとからなり、少なくともその一方は変移可能な可動要素となっていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項10に記載の発明と同様である。

【0176】請求項163に記載の光ピックアップ装置

$$\angle dP > \angle dN$$

ただし、

$\angle dP$ ：前記正レンズ（群）を含む全正レンズのd線のアップベ数の平均

$\angle dN$ ：前記負レンズ（群）を含む全負レンズのd線のアップベ数の平均

$$\angle dP > 55$$

$$\angle dN < 35$$

かかる発明の作用効果は、請求項14に記載の発明と同様である。

【0180】請求項167に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記最終光学素子への入射光の発散度または収散度を変動させる前記光学素子は、屈折率分布の変更が可能であることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項15に記載の発明と同様である。

【0181】請求項168に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、少なくとも一つの非球面光学面を有することを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項16に記載の発明と同様である。

【0182】請求項169に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、輪帯状の回折構造を有する回折面を備えることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項17に記載の発明と同様である。

【0183】請求項170に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、比重2.0以下の材料から形成されていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項18に記載の発明と同様である。

【0184】請求項171に記載の光ピックアップ装置

の集光光学系は、前記情報記録媒体は、前記最終光学素子からの距離が近い順に第1記録層と、第2記録層とを含み、前記第1記録層に対して記録又は再生を行う際には、前記第2記録層に対して情報を記録又は再生を行う場合よりも、前記負レンズ群と前記正レンズ群の間隔又は前記負レンズと前記正レンズとの間隔を増加させることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項11に記載の発明と同様である。

【0177】請求項164に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記最終光学素子への入射光の発散度または収散度を変動させる前記光学素子は、記録または再生を行うべき情報記録層において、情報の記録又は再生の妨げとなる球面収差又は軸上色収差を補正することを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項12に記載の発明と同様である。

【0178】請求項165に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記球面収差の変動と前記軸上色収差とを補正する光学素子は、次式を満たすことを特徴とする。

$$(1)$$

かかる発明の作用効果は、請求項13に記載の発明と同様である。

【0179】請求項166に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記値 $\angle dP$ と前記値 $\angle dN$ が次式を満たすことを特徴とする。

$$(2)$$

$$(3)$$

の集光光学系は、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、プラスチック材料から形成されていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項19に記載の発明と同様である。

【0185】請求項172に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、飽和吸水率が0.5%以下である材料から形成されていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項20に記載の発明と同様である。

【0186】請求項173に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、前記光源の発振波長の光に対して厚さ3mmにおける内部透過率が85%以上である材料から形成されていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項21に記載の発明と同様である。

【0187】請求項174に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記集光光学系は、前記光情報記録媒体の複数の情報記録層における像側開口数を規定するための、少なくとも2つの絞りを有することを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項22に記載の発明と同様である。

【0188】請求項175に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記絞りのうち少なくとも一つは、前

記最終光学素子と前記光情報記録媒体との間に位置することを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項23に記載の発明と同様である。

【0189】請求項176に記載の光ピックアップ装置の集光光学系は、前記集光光学系の少なくとも一つの光学素子は、エッチングにより形成されていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項24に記載の発明と同様である。

【0190】請求項177に記載の光情報記録再生方法は、光源と、前記光源から出射された光束を、積層する複数の情報記録層を有する光情報記録媒体のいずれかの情報記録層に集光させる集光光学系とを有する光ピックアップ装置を用いて、前記集光光学系からの像側開口数1.0以上の光束により、前記情報記録層に対して情報の記録又は再生を行うことを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項1に記載の発明と同様である。

【0191】請求項178に記載の光情報記録再生方法は、前記集光光学系は、前記光情報記録媒体と対向する最終光学素子を有し、前記最終光学素子の最終光学面を前記光情報記録媒体の表面と接触させることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項2に記載の発明と同様である。

【0192】請求項179に記載の光情報記録再生方法は、前記集光光学系は、前記光情報記録媒体と対向する最終光学素子を有し、前記最終光学素子の最終光学面を前記光情報記録媒体の表面と前記光源の波長の4分の1以下の間隔を隔てて近接させることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項3に記載の発明と同様である。

【0193】請求項180に記載の光情報記録再生方法は、前記集光光学系は複数設けられ、各集光光学系をそれぞれ異なる前記情報記録層に対する情報の記録又は再生のために用いることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項4に記載の発明と同様である。

【0194】請求項181に記載の光情報記録再生方法は、前記光ピックアップ装置は、積層された複数の情報記録層から記録又は再生すべき情報記録層を選択する選択手段を有し、前記選択手段により選択された情報記録層に対して情報の記録又は再生を行うことを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項5に記載の発明と同様である。

【0195】請求項182に記載の光情報記録再生方法は、前記集光光学系は、少なくとも2つの前記最終光学素子を有し、各最終光学素子はそれぞれ異なる前記情報記録層に対する情報の記録又は再生のために用いられ、前記選択手段により、複数の前記最終光学素子のいずれかを選択することで、選択された前記最終光学素子に対

$$\text{rdP} > \text{rdN}$$

ただし、

rdP ：前記正レンズ（群）を含む全正レンズのd線の

応する前記情報記録層に対して情報の記録又は再生を行うことを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項6に記載の発明と同様である。

【0196】請求項183に記載の光情報記録再生方法は、前記選択手段により、情報の記録及び再生を行うべき積層された各情報記録層に応じて、光源の波長を変更することを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項7に記載の発明と同様である。

【0197】請求項184に記載の光情報記録再生方法は、前記選択手段は、情報の記録及び再生を行うべき積層された各情報記録層に応じて、前記最終光学素子への入射光の発散度または収斂度を変動させる少なくとも一つの光学素子を、前記最終光学素子の光源側に設けたことを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項8に記載の発明と同様である。

【0198】請求項185に記載の光情報記録再生方法は、前記最終光学素子への入射光の発散度または収斂度を変動させる前記光学素子は、正の屈折力を有する正レンズ群と、負の屈折力を有する負レンズ群とを有し、少なくともその一方のレンズ群は変移可能な可動要素となっていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項9に記載の発明と同様である。

【0199】請求項186に記載の光情報記録再生方法は、前記最終光学素子への入射光の発散度または収斂度を変動させる前記光学素子は、1枚の正レンズと、1枚の負レンズとからなり、少なくともその一方は変移可能な可動要素となっていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項10に記載の発明と同様である。

【0200】請求項187に記載の光情報記録再生方法は、前記情報記録媒体は、前記最終光学素子からの距離が近い順に第1記録層と、第2記録層とを含み、前記第1記録層に対して記録又は再生を行う際には、前記第2記録層に対して情報を記録又は再生を行う場合よりも、前記負レンズ群と前記正レンズ群の間隔又は前記負レンズと前記正レンズとの間隔を増加させることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項11に記載の発明と同様である。

【0201】請求項188に記載の光情報記録再生方法は、前記最終光学素子への入射光の発散度または収斂度を変動させる前記光学素子は、記録または再生を行うべき情報記録層において、情報の記録又は再生の妨げとなる球面収差又は軸上色収差を補正することを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項12に記載の発明と同様である。

【0202】請求項189に記載の光情報記録再生方法は、前記球面収差の変動と前記軸上色収差とを補正する光学素子は、次式を満たすことを特徴とする。

$$(1)$$

アップベ数の平均

rdN ：前記負レンズ（群）を含む全負レンズのd線の

アップ数の平均

かかる発明の作用効果は、請求項13に記載の発明と同様である。

$$\angle dP > 55$$

$$\angle dN < 35$$

かかる発明の作用効果は、請求項14に記載の発明と同様である。

【0204】請求項191に記載の光情報記録再生方法は、前記最終光学素子への入射光の発散度または収敛度を変動させる前記光学素子は、屈折率分布の変更が可能であることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項15に記載の発明と同様である。

【0205】請求項192に記載の光情報記録再生方法は、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、少なくとも一つの非球面光学面を有することを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項16に記載の発明と同様である。

【0206】請求項193に記載の光情報記録再生方法は、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、輪帯状の回折構造を有する回折面を備えることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項17に記載の発明と同様である。

【0207】請求項194に記載の光情報記録再生方法は、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、比重2.0以下の材料から形成されていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項18に記載の発明と同様である。

【0208】請求項195に記載の光情報記録再生方法は、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、プラスチック材料から形成されていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項19に記載の発明と同様である。

【0209】請求項196に記載の光情報記録再生方法は、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、飽和吸水率が0.5%以下である材料から形成されていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項20に記載の発明と同様である。

【0210】請求項197に記載の光情報記録再生方法は、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、前記光源の発振波長の光に対して厚さ3mmにおける内部透過率が85%以上である材料から形成されていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項21に記載の発明と同様である。

【0211】請求項198に記載の光情報記録再生方法は、前記集光光学系は、前記光情報記録媒体の複数の情報記録層における像側開口数を規定するための、少なくとも2つの絞りを有することを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項22に記載の発明と同様である。

【0212】請求項199に記載の光情報記録再生方法は、前記絞りのうち少なくとも一つは、前記最終光学素

【0203】請求項190に記載の光情報記録再生方法は、前記値 $\angle dP$ と前記値 $\angle dN$ が次式を満たすことを特徴とする。

$$(2)$$

$$(3)$$

子と前記光情報記録媒体との間に位置することを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項23に記載の発明と同様である。

【0213】請求項200に記載の光情報記録再生方法は、前記集光光学系の少なくとも一つの光学素子は、エッチングにより形成されていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項24に記載の発明と同様である。

【0214】請求項201に記載の光情報記録再生方法は、光源と、前記光源から出射された光束を、積層する複数の情報記録層を有する光情報記録媒体のいずれかの情報記録層に集光させる集光光学系とを有し、前記集光光学系が、前記光情報記録媒体に対して、前記光源の波長よりも小さい間隔を隔てて対向する最終光学素子を有する光ピックアップ装置を用いて、前記集光光学系により、像側開口数1.0以上の光束を前記情報記録層に集光させることで、前記情報記録層に対して情報の記録又は再生を行うことを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項25に記載の発明と同様である。

【0215】請求項202に記載の光情報記録再生方法は、前記集光光学系は、前記光情報記録媒体と対向する最終光学素子を有し、前記最終光学素子の最終光学面を前記光情報記録媒体の表面と前記光源の波長の4分の1以下の間隔を隔てて近接させることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項3に記載の発明と同様である。

【0216】請求項203に記載の光情報記録再生方法は、前記集光光学系は複数設けられ、各集光光学系をそれぞれ異なる前記情報記録層に対する情報の記録又は再生のために用いることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項4に記載の発明と同様である。

【0217】請求項204に記載の光情報記録再生方法は、前記光ピックアップ装置は、積層された複数の情報記録層から記録又は再生すべき情報記録層を選択する選択手段を有し、前記選択手段により選択された情報記録層に対して情報の記録又は再生を行うことを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項5に記載の発明と同様である。

【0218】請求項205に記載の光情報記録再生方法は、前記集光光学系は、少なくとも2つの前記最終光学素子を有し、各最終光学素子はそれぞれ異なる前記情報記録層に対する情報の記録又は再生のために用いられ、前記選択手段により、複数の前記最終光学素子のいずれかを選択することで、選択された前記最終光学素子に対応する前記情報記録層に対して情報の記録又は再生を行

うことを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項6に記載の発明と同様である。

【0219】請求項206に記載の光情報記録再生方法は、前記選択手段により、情報の記録及び再生を行うべき積層された各情報記録層に依りて、光源の波長を変更することを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項7に記載の発明と同様である。

【0220】請求項207に記載の光情報記録再生方法は、前記選択手段は、情報の記録及び再生を行うべき積層された各情報記録層に依りて、前記最終光学素子への入射光の発散度または収斂度を変動させる少なくとも一つの光学素子を、前記最終光学素子の光源側に設けたことを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項8に記載の発明と同様である。

【0221】請求項208に記載の光情報記録再生方法は、前記最終光学素子への入射光の発散度または収斂度を変動させる前記光学素子は、正の屈折力を有する正レンズ群と、負の屈折力を有する負レンズ群とを有し、少なくともその一方のレンズ群は変移可能な可動要素となっていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項9に記載の発明と同様である。

【0222】請求項209に記載の光情報記録再生方法は、前記最終光学素子への入射光の発散度または収斂度

$$\angle dP > \angle dN$$

ただし、

$\angle dP$ ：前記正レンズ（群）を含む全正レンズのd線のアッペ数の平均

$\angle dN$ ：前記負レンズ（群）を含む全負レンズのd線のアッペ数の平均

$$\angle dP > 55$$

$$\angle dN < 35$$

かかる発明の作用効果は、請求項14に記載の発明と同様である。

【0227】請求項214に記載の光情報記録再生方法は、前記最終光学素子への入射光の発散度または収斂度を変動させる前記光学素子は、屈折率分布の変更が可能であることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項15に記載の発明と同様である。

【0228】請求項215に記載の光情報記録再生方法は、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、少なくとも一つの非球面光学面を有することを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項16に記載の発明と同様である。

【0229】請求項216に記載の光情報記録再生方法は、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、輪帯状の回折構造を有する回折面を備えることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項17に記載の発明と同様である。

【0230】請求項217に記載の光情報記録再生方法は、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素

を変動させる前記光学素子は、1枚の正レンズと、1枚の負レンズとからなり、少なくともその一方は変移可能な可動要素となっていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項10に記載の発明と同様である。

【0223】請求項210に記載の光情報記録再生方法は、前記情報記録媒体は、前記最終光学素子からの距離が近い順に第1記録層と、第2記録層とを含み、前記第1記録層に対して記録又は再生を行う際には、前記第2記録層に対して情報を記録又は再生を行う場合よりも、前記負レンズ群と前記正レンズ群の間隔又は前記負レンズと前記正レンズとの間隔を増加させることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項11に記載の発明と同様である。

【0224】請求項211に記載の光情報記録再生方法は、前記最終光学素子への入射光の発散度または収斂度を変動させる前記光学素子は、記録または再生を行うべき情報記録層において、情報の記録又は再生の妨げとなる球面収差又は軸上色収差を補正することを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項12に記載の発明と同様である。

【0225】請求項212に記載の光情報記録再生方法は、前記球面収差の変動と前記軸上色収差とを補正する光学素子は、次式を満たすことを特徴とする。

(1)

かかる発明の作用効果は、請求項13に記載の発明と同様である。

【0226】請求項213に記載の光情報記録再生方法は、前記値 $\angle dP$ と前記値 $\angle dN$ が次式を満たすことを特徴とする。

(2)

(3)

子は、比重2.0以下の材料から形成されていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項18に記載の発明と同様である。

【0231】請求項218に記載の光情報記録再生方法は、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、プラスチック材料から形成されていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項19に記載の発明と同様である。

【0232】請求項219に記載の光情報記録再生方法は、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、飽和吸水率が0.5%以下である材料から形成されていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項20に記載の発明と同様である。

【0233】請求項220に記載の光情報記録再生方法は、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、前記光源の発振波長の光に対して厚さ3mmにおける内部透過率が85%以上である材料から形成されていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項21に記載の発明と同様である。

【0234】請求項221に記載の光情報記録再生方法は、前記集光光学系は、前記光情報記録媒体の複数の情報記録層における像側開口数を規定するための、少なくとも2つの絞りを有することを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項22に記載の発明と同様である。

【0235】請求項222に記載の光情報記録再生方法は、前記絞りのうち少なくとも一つは、前記最終光学素子と前記光情報記録媒体との間に位置することを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項23に記載の発明と同様である。

【0236】請求項223に記載の光情報記録再生方法は、前記集光光学系の少なくとも一つの光学素子は、エッチングにより形成されていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項24に記載の発明と同様である。

【0237】請求項224に記載の光情報記録再生方法は、光源と、前記光源から出射された光束を、積層する複数の情報記録層を有し、且つ最も外側の情報記録層上に前記光源の波長よりも大きい厚さの透明基板を有する光情報記録媒体のいずれかの情報記録層に集光させる集光光学系を有し、前記集光光学系が、前記光情報記録媒体の透明基板に対して、前記光源の波長よりも小さい間隔を隔てて対向する最終光学素子を有する光ピックアップ装置を用いて、前記集光光学系により、像側開口数1.0以上の光束を前記情報記録層に集光させることで、前記情報記録層に対して情報の記録又は再生を行うことを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項48に記載の発明と同様である。

【0238】請求項225に記載の光情報記録再生方法は、前記最終光学素子の最終光学面を前記光情報記録媒体の表面と前記光源の波長の4分の1以下の間隔を隔てて近接させることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項3に記載の発明と同様である。

【0239】請求項226に記載の光情報記録再生方法は、前記集光光学系は複数設けられ、各集光光学系をそれぞれ異なる前記情報記録層に対する情報の記録又は再生のために用いることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項4に記載の発明と同様である。

【0240】請求項227に記載の光情報記録再生方法は、前記光ピックアップ装置は、積層された複数の情報記録層から記録又は再生すべき情報記録層を選択する選択手段を有し、前記選択手段により選択された情報記録層に対して情報の記録又は再生を行うことを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項5に記載の発明と同様である。

【0241】請求項228に記載の光情報記録再生方法は、前記集光光学系は、少なくとも2つの前記最終光学素子を有し、各最終光学素子はそれぞれ異なる前記情報記録層に対する情報の記録又は再生のために用いられ、

$$\nu dP > \nu dN$$

前記選択手段により、複数の前記最終光学素子のいずれかを選択することで、選択された前記最終光学素子に対応する前記情報記録層に対して情報の記録又は再生を行うことを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項6に記載の発明と同様である。

【0242】請求項229に記載の光情報記録再生方法は、前記選択手段により、情報の記録及び再生を行うべき積層された各情報記録層に応じて、光源の波長を変更することを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項7に記載の発明と同様である。

【0243】請求項230に記載の光情報記録再生方法は、前記選択手段は、情報の記録及び再生を行うべき積層された各情報記録層に応じて、前記最終光学素子への入射光の発散度または収斂度を変動させる少なくとも一つの光学素子を、前記最終光学素子の光源側に設けたことを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項8に記載の発明と同様である。

【0244】請求項231に記載の光情報記録再生方法は、前記最終光学素子への入射光の発散度または収斂度を変動させる前記光学素子は、正の屈折力を有する正レンズ群と、負の屈折力を有する負レンズ群とを有し、少なくともその一方のレンズ群は変移可能な可動要素となっていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項9に記載の発明と同様である。

【0245】請求項232に記載の光情報記録再生方法は、前記最終光学素子への入射光の発散度または収斂度を変動させる前記光学素子は、1枚の正レンズと、1枚の負レンズとからなり、少なくともその一方は変移可能な可動要素となっていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項10に記載の発明と同様である。

【0246】請求項233に記載の光情報記録再生方法は、前記情報記録媒体は、前記最終光学素子からの距離が近い順に第1記録層と、第2記録層とを含み、前記第1記録層に対して記録又は再生を行う際には、前記第2記録層に対して情報を記録又は再生を行う場合よりも、前記負レンズ群と前記正レンズ群の間隔又は前記負レンズと前記正レンズとの間隔を増加させることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項11に記載の発明と同様である。

【0247】請求項234に記載の光情報記録再生方法は、前記最終光学素子への入射光の発散度または収斂度を変動させる前記光学素子は、記録または再生を行うべき情報記録層において、情報の記録又は再生の妨げとなる球面収差又は軸上色収差を補正することを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項12に記載の発明と同様である。

【0248】請求項235に記載の光情報記録再生方法は、前記球面収差の変動と前記軸上色収差とを補正する光学素子は、次式を満たすことを特徴とする。

$$(1)$$

ただし、

νdP : 前記正レンズ (群) を含む全正レンズの d 線の
アッペ数の平均

νdN : 前記負レンズ (群) を含む全負レンズの d 線の
アッペ数の平均

$$\nu dP > 55$$

$$\nu dN < 35$$

かかる発明の作用効果は、請求項 14 に記載の発明と同様である。

【0250】請求項 237 に記載の光情報記録再生方法は、前記最終光学素子への入射光の発散度または収斂度を変動させる前記光学素子は、屈折率分布の変更が可能であることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項 15 に記載の発明と同様である。

【0251】請求項 238 に記載の光情報記録再生方法は、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、少なくとも一つの非球面光学面を有することを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項 16 に記載の発明と同様である。

【0252】請求項 239 に記載の光情報記録再生方法は、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、輪帯状の回折構造を有する回折面を備えることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項 17 に記載の発明と同様である。

【0253】請求項 240 に記載の光情報記録再生方法は、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、比重 2.0 以下の材料から形成されていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項 18 に記載の発明と同様である。

【0254】請求項 241 に記載の光情報記録再生方法は、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、プラスチック材料から形成されていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項 19 に記載の発明と同様である。

【0255】請求項 242 に記載の光情報記録再生方法は、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、飽和吸水率が 0.5% 以下である材料から形成されていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項 20 に記載の発明と同様である。

【0256】請求項 243 に記載の光情報記録再生方法は、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、前記光源の発振波長の光に対して厚さ 3mm における内部透過率が 85% 以上である材料から形成されていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項 21 に記載の発明と同様である。

【0257】請求項 244 に記載の光情報記録再生方法は、前記集光光学系は、前記光情報記録媒体の複数の情報記録層における像側開口数を規定するための、少なくとも 2 つの絞りを有することを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項 22 に記載の発明と同様である。

かかる発明の作用効果は、請求項 13 に記載の発明と同様である。

【0249】請求項 236 に記載の光情報記録再生方法は、前記値 νdP と前記値 νdN が次式を満たすことを特徴とする。

$$(2)$$

$$(3)$$

【0258】請求項 245 に記載の光情報記録再生方法は、前記絞りのうち少なくとも一つは、前記最終光学素子と前記光情報記録媒体との間に位置することを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項 23 に記載の発明と同様である。

【0259】請求項 246 に記載の光情報記録再生方法は、前記集光光学系の少なくとも一つの光学素子は、エッチングにより形成されていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項 24 に記載の発明と同様である。

【0260】請求項 247 に記載の光情報記録再生方法は、光源と、前記光源から出射された光束を、積層する複数の情報記録層を有する光情報記録媒体のいずれかの情報記録層に集光させる集光光学系を有する光ピックアップ装置を用いて、前記光情報記録媒体に対して情報の記録又は再生を行う光情報記録再生方法において、前記光源と前記集光光学系の最終光学素子との間に設けた所定の光学素子により、情報の記録または再生を行うべき前記情報記録層の変更を行うことを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項 71 に記載の発明と同様である。

【0261】請求項 248 に記載の光情報記録再生方法は、前記情報の記録または再生を行うべき前記情報記録層の変更を行う光学素子は、前記最終光学素子への入射光の発散度または収斂度を変動させることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項 8 に記載の発明と同様である。

【0262】請求項 249 に記載の光情報記録再生方法は、前記最終光学素子への入射光の発散度または収斂度を変動させる前記光学素子は、正の屈折力を有する正レンズ群と、負の屈折力を有する負レンズ群とを有し、少なくともその一方のレンズ群は変移可能な可動要素となっていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項 9 に記載の発明と同様である。

【0263】請求項 250 に記載の光情報記録再生方法は、前記最終光学素子への入射光の発散度または収斂度を変動させる前記光学素子は、1 枚の正レンズと、1 枚の負レンズとからなり、少なくともその一方は変移可能な可動要素となっていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項 10 に記載の発明と同様である。

【0264】請求項 251 に記載の光情報記録再生方法は、前記情報記録媒体は、前記最終光学素子からの距離が近い順に第 1 記録層と、第 2 記録層とを含み、前記第

1 記録層に対して記録又は再生を行う際には、前記第2記録層に対して情報を記録又は再生を行う場合よりも、前記負レンズ群と前記正レンズ群の間隔又は前記負レンズと前記正レンズとの間隔を増加させることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項1.1に記載の発明と同様である。

【0265】請求項252に記載の光情報記録再生方法は、前記最終光学素子への入射光の発散度または収敛度

$$\angle dP > \angle dN$$

ただし、

$\angle dP$: 前記正レンズ(群)を含む全正レンズのd線のアッペ数の平均

$\angle dN$: 前記負レンズ(群)を含む全負レンズのd線のアッペ数の平均

$$\angle dP > 55$$

$$\angle dN < 35$$

かかる発明の作用効果は、請求項14に記載の発明と同様である。

【0268】請求項255に記載の光情報記録再生方法は、前記最終光学素子への入射光の発散度または収敛度を変動させる前記光学素子は、屈折率分布の変更が可能であることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項15に記載の発明と同様である。

【0269】請求項256に記載の光情報記録再生方法は、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、少なくとも一つの非球面光学面を有することを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項16に記載の発明と同様である。

【0270】請求項257に記載の光情報記録再生方法は、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、輪帯状の回折構造を有する回折面を備えることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項17に記載の発明と同様である。

【0271】請求項258に記載の光情報記録再生方法は、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、比重2.0以下の材料から形成されていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項18に記載の発明と同様である。

【0272】請求項259に記載の光情報記録再生方法は、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、プラスチック材料から形成されていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項19に記載の発明と同様である。

【0273】請求項260に記載の光情報記録再生方法は、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素子は、飽和吸水率が0.5%以下である材料から形成されていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項20に記載の発明と同様である。

【0274】請求項261に記載の光情報記録再生方法は、前記集光光学系を構成する少なくとも一つの光学素

を変動させる前記光学素子は、記録または再生を行うべき情報記録層において、情報の記録又は再生の妨げとなる球面収差又は軸上色収差を補正することを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項12に記載の発明と同様である。

【0266】請求項253に記載の光情報記録再生方法は、前記球面収差の変動と前記軸上色収差とを補正する光学素子は、次式を満たすことを特徴とする。

(1)

かかる発明の作用効果は、請求項13に記載の発明と同様である。

【0267】請求項254に記載の光情報記録再生方法は、前記値 $\angle dP$ と前記値 $\angle dN$ が次式を満たすことを特徴とする。

(2)

(3)

子は、前記光源の発振波長の光に対して厚さ3mmにおける内部透過率が85%以上である材料から形成されていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項21に記載の発明と同様である。

【0275】請求項262に記載の光情報記録再生方法は、前記集光光学系は、前記光情報記録媒体の複数の情報記録層における像側開口数を規定するための、少なくとも2つの絞りを有することを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項22に記載の発明と同様である。

【0276】請求項263に記載の光情報記録再生方法は、前記絞りのうち少なくとも一つは、前記最終光学素子と前記光情報記録媒体との間に位置することを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項23に記載の発明と同様である。

【0277】請求項264に記載の光情報記録再生方法は、前記集光光学系の少なくとも一つの光学素子は、エッチングにより形成されていることを特徴とする。かかる発明の作用効果は、請求項24に記載の発明と同様である。

【0278】本明細書中、情報記録層に対する情報の記録又は再生という場合、情報記録層が、光を透過可能な層と情報記録面とから構成されているときに、前記光を透過可能な層を介して情報記録光を前記情報記録面に照射して、ここに情報の記録を行い、又はここから情報の再生を行うことを言うものとする。

【0279】本明細書中で用いる回折面とは、光学素子の表面、例えばレンズの表面に、レリーフを設けて、回折によって光線の角度を変える作用を持たせた形態(又は面)のことをいい、一つの光学面に回折を生じる領域と生じない領域がある場合は、回折を生じる領域をいう。レリーフの形状としては、例えば、光学素子の表面に、光軸を中心とする略同心円状の輪帯として形成され、光軸を含む平面でその断面をみれば各輪帯は鋸歯のような形状が知られているが、そのような形状を含むも

のである。特に、そのような鋸歯上の輪帯構造であることが好ましい。

【0280】本明細書中で用いる集光光学系とは、光源から出射された光束を集光させる光学素子群、又は集光に関わる（例えば収斂発散力を持たないビームエキスパンダーや収差補正系の負レンズも含めた）光学素子群をいう。最終光学素子とは、光情報記録媒体に最も近接又は接触した集光光学系に含まれる光学素子をいう。

【0281】本明細書中で用いるビームエキスパンダとは、少なくとも1つのレンズ等の光学素子の変移可能であり、それにより出射光束の発散角（発散作用、収束作用を含む）を可変可能であって、略平行光束を入射させた際に略平行光束を出射可能なレンズ等の光学素子の集合体（レンズ群等の光学素子群）を指すものとする。それらレンズ等の複数の光学素子が一体化されていることが好ましく、少なくとも1つのレンズ等の光学素子の変移可能に少なくとも構成されたものであれば、実際にその変移を行う変移装置といった駆動手段は、ビームエキスパンダとしては含んでいなくてもよい。

【0282】本明細書中において、光情報記録媒体としてはディスクの中心を軸として回転する円盤状の媒体であってもよいし、そうでなくてもよい。又、情報記録層への情報の記録又は再生方式としては、CDやDVDのような相変化記録方式を用いているものであっても良いが、集光させた光を用いて記録又は再生を行うものであればそれに限られない。

【0283】本明細書中において、情報の記録又は再生とは、上記のような光情報記録媒体の情報記録面上に情報を記録すること又は情報記録面上に記録された情報を再生することをいう。本発明の光ピックアップ装置は、記録だけ或いは再生だけを行うために用いられるものであってもよいし、記録および再生の両方を行うために用いられるものであってもよい。また、或る光情報記録媒体に対しては記録を行い、別の光情報記録媒体に対しては再生を行うために用いられるものであってもよいし、或る光情報記録媒体に対しては記録または再生を行い、別の光情報記録媒体に対しては記録及び再生を行うために用いられるものであってもよい。なお、ここでいう再生とは、単に情報を読み取ることも含むものである。

【0284】本発明の光ピックアップ装置は、各種のプレーヤまたはドライブ等、あるいはそれらを組み込んだメディア機器、パーソナルコンピュータ、その他の情報機器の、音声及び画像をはじめとするデジタルデータの記録及び／又は再生装置に搭載することができる。

【0285】

【発明の実施の形態】以下、本発明による実施の形態について図面を用いて説明する。図2は、本発明の実施の形態である多層型の光情報記録媒体に情報の記録又は再生を行える光ピックアップ装置の概略構成図である。図2において、第1光源11から照射された情報記録光

は、カップリングレンズ15により発散角を変更され、ビームスプリッタ61を通過した後、カップリングレンズ21により発散角を変更され、 $1/4$ 波長板71を通過した後に、ビームスプリッタ62を通過し、アクチュエータにより光軸方向に変移可能な負レンズ5と正レンズ4を通過し、絞り8Aにより絞られた後対物レンズ1に入射する。本実施の形態では、対物レンズ1は、第2レンズ1aと、最終光学素子である固浸レンズ1bとから構成されている。対物レンズ1から出射される情報記録光は、固浸レンズの出射面1bに配置された絞り8Bに絞られることなく、情報記録層を複数（ここでは2つ）設けた多層型の光情報記録媒体23の第1記録層23aに結像されて、情報の記録又は再生を行うようになっている。対物レンズ1の第2レンズ1aと、SIL（Solid Immersion Lens）である固浸レンズ1b（或いは他の光学素子）は、飽和吸水率が5%以下のプラスチック材料から形成されていると好ましい。負レンズ5と、正レンズ6と、アクチュエータ7によりビームエキスパンダを構成する。又、カップリングレンズ15、21と、負レンズ5と、正レンズ6と、対物レンズ1とで集光光学系を構成する。

【0286】光情報記録媒体23の第1記録層23aから反射した光は、同様の光路を辿り、ビームスプリッタ61で反射され、シリンダリカルレンズ9と、凹レンズ16を介して光検出器41の受光面に結像するようになっている。

【0287】一方、第2光源12から照射された情報記録光は、ホログラム17を通過し、カップリングレンズ22により発散角を変更され、 $1/4$ 波長板72を通過した後に、ビームスプリッタ62で反射され、アクチュエータ7により光軸方向に変移可能な負レンズ5と正レンズ4を通過し、絞り8Aにより絞られることなく対物レンズ1に入射する。対物レンズ1から出射される情報記録光は、固浸レンズの出射面1bに配置された絞り8Bに絞られた後、光情報記録媒体23の第2記録層23bに結像されて、情報の記録又は再生を行うようになっている。

【0288】光情報記録媒体23の第2記録層23bから反射した光は、同様の光路を辿り、ビームスプリッタ62で反射され、 $1/4$ 波長板72、カップリングレンズ22、反射光を分離するホログラム17を介して光検出器42の受光面に結像するようになっている。

【0289】ここで、固浸レンズ1bと、光情報記録媒体23との間隔は、図1に示すように、情報記録光の波長の $1/4$ 以下となっている。従って、本実施の形態によれば、ニアフィールドの効果を用いることにより、固浸レンズ1bからのエバネッセント光を含む像側開口数（NA）が1以上の情報記録光で、光情報記録媒体23の保護層（不図示）を介して各情報記録層の情報記録面に対して、情報の記録又は再生を行うことがで

きる。

【0290】更に、本実施の形態においては、アクチュエータ7により負レンズ5を光軸方向に移動させることで、異なる情報記録層に対する情報の記録又は再生を行うようにしてもよい。具体的には、負レンズ5と正レンズ6の間隔を広げることで、固浸レンズ1bに近い方の情報記録層23aに対して情報の記録又は再生が行われ、負レンズ5と正レンズ6の間隔を狭めることで、固浸レンズ1bに遠い方の情報記録層23bに対して情報の記録又は再生が行われるようにできる。本実施の形態では、光束の発散角度を変更する変移装置として機能し、又情報の記録又は再生を行うべき情報記録層の変更を行う光学素子として機能するビームエキスパンダ(5, 6, 7)が、選択手段を構成するものである。

【0291】更に、本実施の形態において、第1の光源11と第2の光源12の波長が異なることに応じて、対物レンズ1の焦点距離が変化することを利用し、それにより異なる情報記録層に対する情報の記録又は再生を行うようにしてもよい。かかる場合、本発明でいう選択手段とは、第1の光源11と、第2の光源12と、それらから照射される情報記録光が通過する各光学系をいう。かかる光学系は、本実施の形態では一部共通に用いてい

$$\angle dP > \angle dN$$

特に、以下の式を満たすようにすると好ましい。

$$\angle dP > 55$$

$$\angle dN < 35$$

ただし、

$\angle dP$: 正レンズ6のd線のアッペ数の平均

$\angle dN$: 負レンズ5のd線のアッペ数の平均

【0295】図3は、第2の実施の形態にかかる光学系を示す概略構成図である。本実施の形態においては、図2に示すビームエキスパンダの代わりに光学素子SEを用いて集光学系を構成した点が異なっている。変更手段としての光学素子SEは、屈折率分布の変更が可能な素子であり、図3において、固浸レンズ1bの光源(不図示)側に配置されている。

【0296】光学素子SEは、図3に示すように、例えば電気的に接続された光学的に透明な電極層a、b、cと、電極層a、b、cとは電気的に絶縁され、印加される電圧に応じて屈折率分布が変化する屈折率分布可変層d、eとが交互に積層されてなり、且つ光学的に透明な電極層a、b、cが複数の領域に分割されている。

【0297】ここで、光学素子SEを用いて、多層型光情報記録媒体23の情報記録層を選択するには、光学素子SEの駆動装置DSにより、電極層a、b、cに電圧を印加し、屈折率分布可変層d、eの屈折率を場所に応じて変化させ、光学素子SEから固浸レンズ1bに向かう射出光の位相を制御することで、固浸レンズ1bへの入射光の発散度又は収斂度を変化させることができるようになっている。固浸レンズ1bへの入射光の発散度又

るが、完全に別個なものとしても良い。但し、各光学系を構成する光学素子は、厚さ3mmにおける内部透過率が85%以上の材料から形成されていると、光透過時の損失を抑えることができるので好ましい。

【0292】尚、光情報記録媒体23の各情報記録層23a、23bに対する情報の記録又は再生を選択的に行うために、例えば対物レンズ1の第2レンズ1a、又は固浸レンズ1bを2つ用意しておき、情報の記録又は再生を行いたい情報記録層に応じて使い分けるということも考えられる。

【0293】球面収差の変動と軸上色収差とを補正する手段として、対物レンズ1の第2レンズ1aの光学面を非球面とすることで、収差が良好なものとなり、更に光学面に回折輪帯を形成することによって、軸上色収差補正や温度補正が可能となる。しかしながら、このような非球面や回折輪帯は、他の光学素子(カップリングレンズ15, 21, 22, 負レンズ5, 正レンズ6等)に設けても良い。

【0294】球面収差の変動と軸上色収差とを補正する手段として負レンズ5, 正レンズ6を用いた場合、以下の式が成り立つようにすると良い。

$$(1)$$

$$(2)$$

$$(3)$$

は収斂度を変化させれば、固浸レンズ1bにより集光される光の結像位置が変化し、それによって情報が記録又は再生される情報記録層を変更することができる。

【0298】図4は、第3の実施の形態にかかる光学系を示す概略構成図である。本実施の形態においては、変更手段としての光学素子SEが、液晶分子を光軸に垂直な面内で、任意のX方向にそろえて配列させた液晶素子a'と、液晶分子を光軸に垂直な面内で、X方向と直交するY方向にそろえて配列させた液晶素子b'とを備えており、液晶素子a'、b'によりガラス基板c'を挟持して交互に積層させ、内側のガラス基板c'の間に1/2波長板d'を配置している。

【0299】ここで、光学素子SEを用いて、多層型光情報記録媒体23の情報記録層を選択するには、光学素子SEの駆動装置DSにより、液晶素子a'、b'のそれぞれに電圧を印加することで、光学素子SEからの射出光の位相のX方向成分、Y方向成分を独立に制御することで、固浸レンズ1bへの入射光の発散度又は収斂度を変化させることができるようになっている。固浸レンズ1bへの入射光の発散度又は収斂度を変化すれば、固浸レンズ1bにより集光される光の結像位置が変化し、それによって情報が記録又は再生される情報記録層を変更することができる。

【0300】このように、図3, 4に示す光学素子SE

によれば、電圧印加に応じて屈折率の分布を生じせしめて記録又は再生の対象とする層の変更を行うことで、可動部を有しない機械的に簡素な構成の集光学系を提供できる。尚、良く知られているように、光学素子SEにより、球面収差の変動も補正することができる。

【0301】図5は、第4の実施の形態にかかる最終光学素子と絞りととの関係を示す図である。図5(a)に示すように、情報記録層23の第1の情報記録層23a(図2)に対して情報を記録又は再生する情報記録光は、光情報記録媒体23に対して使用波長の1/4以下の間隔を介して支持された最終光学素子としてのカタディオプトリックSIM(Solid Immersion Mirror、以下SIMと略す)1b'の入射面側に配置された絞り108Aにより絞られ、図5(b)に示すように、情報記録層23の第2の情報記録層23b(図2)に対して情報を記録又は再生する情報記録光は、SIM1b'と光情報記録媒体23の間に配置された絞り(透過開口部)108Bにより絞られている。

【0302】図6は、第5の実施の形態にかかる対物レンズと絞りととの関係を示す図である。図6(a)に示すように、情報記録層23の第1の情報記録層23a(図2)に対して情報を記録又は再生する情報記録光は、対物レンズの第2レンズ1aの入射面側に配置された絞り208Aにより絞られ、図5(b)に示すように、情報記録層23の第2の情報記録層23b(図2)に対して情報を記録又は再生する情報記録光は、固浸レンズ1bと光情報記録媒体23の間に配置された絞り(透過開口部)208Bにより絞られている。以上のべた第4、5の実施の形態によれば、各情報記録層に対して情報の記録又は再生を行う場合の像側開口数(NA)を、絞り108A、108B又は208A、208Bの開口径を調整することで、それぞれ独立的に設定することができる。

【0303】図7は、第6の実施の形態にかかる集光学系を示す図である。本実施の形態の集光学系は、多層型の光情報記録媒体23に対して使用波長の1/4以下の間隔を介して支持されたSIM1b'と、不図示の光源側からそれぞれ1枚の正レンズ105及び1枚の負レンズ106とによって構成されたビームエキスパンダにより構成される。図7(a)に示す位置から、ビームエキ

$$S = r(1 + (n'/n))$$

$$S' = r(1 + (n/n'))$$

但し、

S: 第2レンズ1aの結像点Pから固浸レンズ1bの頂点Vまでの距離

S': 合成系の結像点P'から固浸レンズ1bの頂点Vまでの距離

r: 固浸レンズ1bの曲率半径

n: 空気の屈折率

n': 固浸レンズ1bの屈折率

【0307】ここで、図10において、第2レンズ1a

スパンダの正レンズ105のみを光軸に沿ってSIM1b'側(図7(b)に示す位置)に移動させることで、SIM1b'への入射光の発散度を変更させ、それにより情報の記録または再生を行う対象とする光情報記録媒体23の情報記録層の変更を行っている。尚、正レンズ105と負レンズ106の順序は、光源より負レンズ、正レンズの順でも構わない。

【0304】図8は、第7の実施の形態にかかる集光学系を示す図である。本実施の形態の集光学系は、多層型の光情報記録媒体23に対して使用波長の1/4の間隔を介して支持された固浸レンズ1bと、第2レンズ1aと、絞り208Aと、不図示の光源側からそれぞれ1枚の正レンズ205及び1枚の負レンズ206とによって構成されたビームエキスパンダにより構成される。図8(a)に示す位置から、ビームエキスパンダの正レンズ205のみを光軸に沿って固浸レンズ1b側(図8(b)に示す位置)に移動させることで、固浸レンズ1bへの入射光の発散度を変更させ、それにより情報の記録または再生を行う対象とする光情報記録媒体23の情報記録層の変更を行っている。

【0305】図9は、第8の実施の形態にかかる集光学系を示す図である。本実施の形態の集光学系は、多層型の光情報記録媒体23に対して使用波長の1/4の間隔を介して支持された固浸レンズ1bと、第2レンズ1aと、絞り308Aと、不図示の光源側からそれぞれ1枚の負レンズ305及び1枚の正レンズ306とによって構成されたビームエキスパンダにより構成される。図9(a)に示す位置から、ビームエキスパンダの負レンズ305のみを光軸に沿って固浸レンズ1b側(図9(b)に示す位置)に移動させることで、固浸レンズ1bへの入射光の発散度を変更させ、それにより情報の記録または再生を行う対象とする光情報記録媒体23の情報記録層の変更を行っている。

【0306】図10は、別な実施の形態にかかる対物レンズ構成を示す図である。図10において、固浸レンズ1bは超半球状のレンズであり、以下のアプラナティック条件式が成立するように構成されている。又、固浸レンズ1bの集光点は、2つの記録層のちょうど中間にある。

$$(4)$$

$$(5)$$

の開口数(NA)は $\sin \theta$ (θ は対物レンズの像空間の最大錐角の半角)であり、第2レンズ1aと固浸レンズ1bとからなる対物レンズの合成系におけるNA'は、 $(n')^2 \cdot \sin \theta$ (但し、 n' は固浸レンズ1bの屈折率)で表すことができる。又、対物レンズの収差が良く補正されていたとき、この固浸レンズ1bは、ほぼ無収差の集光を達成できる。従って、対物レンズとして既存のCD、DVD用の対物レンズを用いることにより、容易に像側開口数(NA)が1以上で、収差の良

く補正された光学系を得ることができる。

【0308】

【発明の効果】本発明の光ピックアップ装置及び対物レンズによれば、光情報記録媒体の面積記録密度及び体積記録密度ともに従来よりも増大させた大容量の光情報記録及び／又は再生が行える。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の対物レンズの一部を構成する最終光学素子（略半球レンズ）の断面図である。

【図2】本発明の実施の形態である多層型の光情報記録媒体に情報の記録又は再生を行える光ピックアップ装置の概略構成図である。

【図3】第2の実施の形態にかかる光学系を示す概略構成図である。

【図4】第3の実施の形態にかかる光学系を示す概略構成図である。

【図5】第4の実施の形態にかかる最終光学素子と絞りとの関係を示す図である。

【図6】第5の実施の形態にかかる対物レンズと絞りとの関係を示す図である。

【図7】第6の実施の形態にかかる集光学系を示す図で

ある。

【図8】第7の実施の形態にかかる集光学系を示す図である。

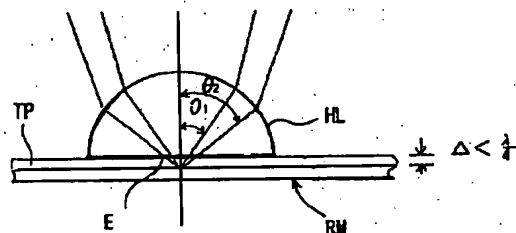
【図9】第8の実施の形態にかかる集光学系を示す図である。

【図10】別な実施の形態にかかる対物レンズ構成を示す図である。

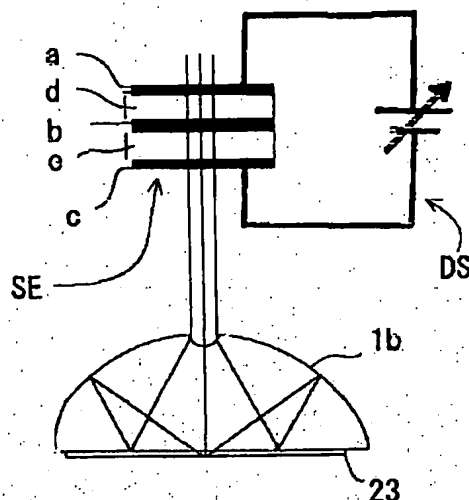
【符号の説明】

- 1 対物レンズ
- 1a 第2レンズ
- 1b 固漫レンズ
- 1b' SIM
- 5 負レンズ
- 6 正レンズ
- 7 アクチュエータ
- 8A、8B 絞り
- 11 第1の光源
- 12 第2の光源
- 23 多層型の光情報記録媒体
- 41、42 光検出器

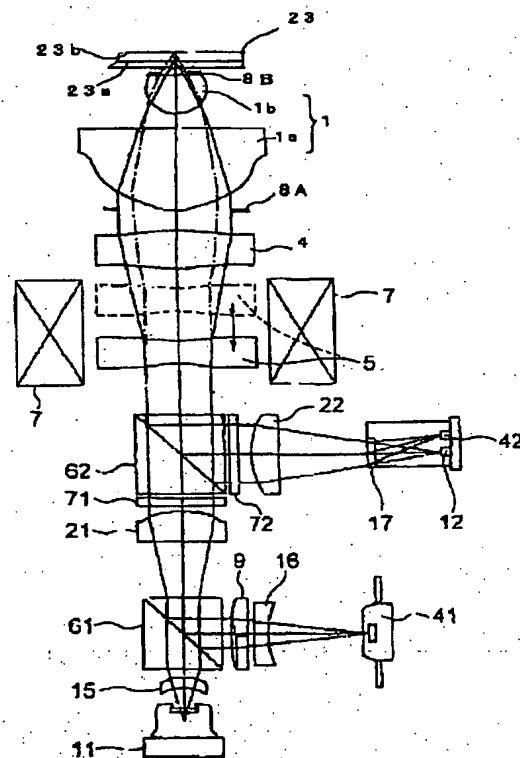
【図1】



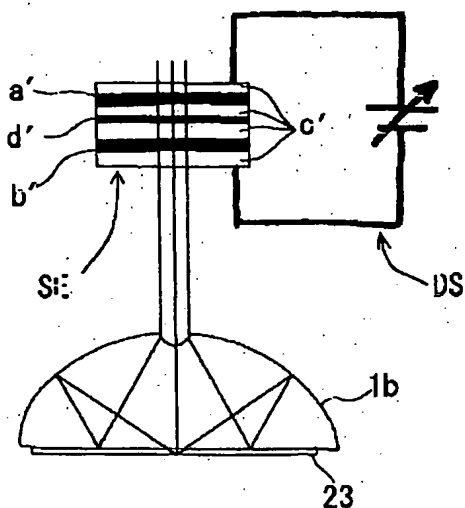
【図3】



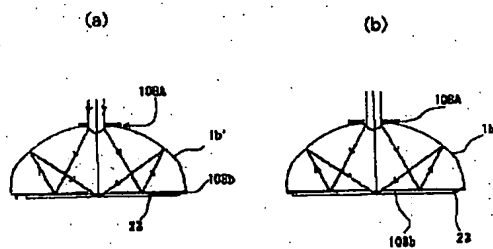
【図2】



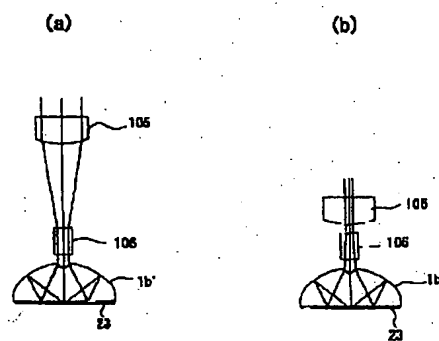
【図4】



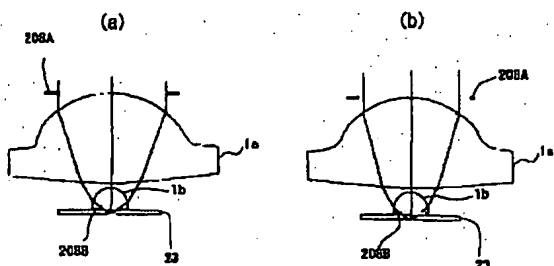
【図5】



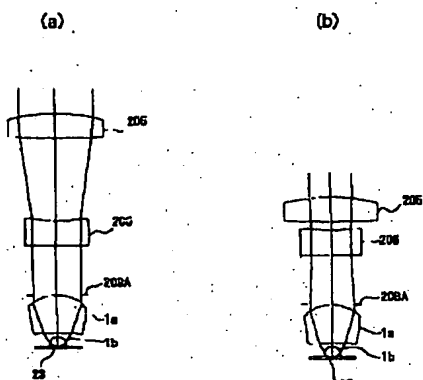
【図7】



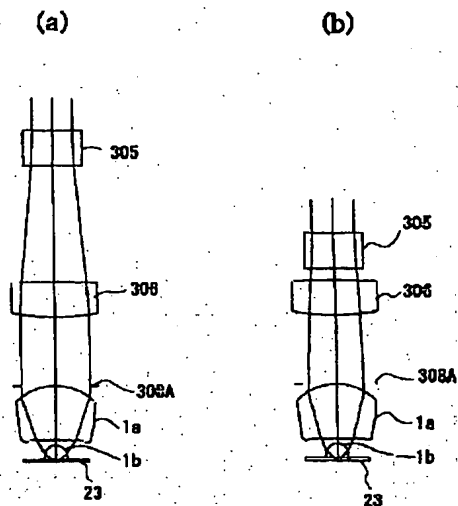
【図6】



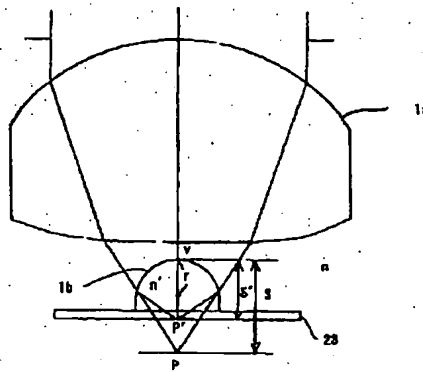
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H087 KA13 LA01 LA26 MA00 MA06

NA01 NA08 PA04 PA17 PB04

QA02 QA03 QA05 QA14 QA19

QA21 QA22 QA25 QA33 QA41

QA45 QA46 RA01 RA22 RA28

RA32 RA44 RA45 RA46 TA01

TA04 UA01

5D090 AA01 BB12 BB20 CC01 CC04

DD03 EE01 KK15 LL02

5D119 AA22 AA41 BA01 BB13 CA16

EB20 EC03 EC45 EC47 FA08

JA09 JA22 JA42 JA49 JA70

JB02 JB04 LB05 LB09